



**Instituto de Estudios Superiores en Arquitectura y Diseño incorporado  
a la BUAP**

**Análisis de la tecnología de las redes satelitales y sistemas móviles  
satelitales.**

**Tesina para obtener el grado de  
Licenciado en Ciencias de la Computación**

**Presenta**

**Cortazar Moreno Jesús Esteban**

**Asesor**

**Dra. Bárbara Emma Sánchez Rinza**

**Coasesor**

**Nombre: M. C. Luís Erasmo Montealegre Vázquez**

**Puebla, Pue. Abril del 2009.**



## Índice

Introducción	5
Capitulo I: Redes satelitales	7
1.1 Red satelital	8
1.1.1. ¿Qué es una red Satelital?	8
1.1.2 Elementos de las redes satelitales.	9
1.1.3 Clasificación de las redes satelitales.	10
1.1.4. Características de las redes satelitales.	11
1.1.5. Beneficios de las redes satelitales.	11
1.2 Satélites	12
1.2.1 ¿Qué son los satélites artificiales?	12
1.2.2 Componentes de los satélites	13
1.2.3 Propiedades de los satélites	14
1.2.4 Información técnica de los satélites	17
1.2.5 Software y protocolos de los satélites	19
1.2.6 Los tipos de satélite y su función	22
1.2.7 Funcionamiento básico de un satélite.	24
1.3 Uso de orbitas	26
1.3.1 ¿Que es una orbita?	26
1.3.2 Tipos de órbitas	29
1.4 Modelos de en lace satelital.	30
1.4.1 Modelo de subida.	31
1.4.2 Transponder	32
1.4.3 Modelo de bajada.	33
1.4.4 Licencias de las redes satelitales	33
1.4.5 Autorización de las estaciones espaciales	36
1.4.6 Coordinación del sistema satelital	37
1.4.7 Proceso de coordinación de la UIT	38
1.4.8 Conferencias de UTI y reuniones de grupos d estudio	41
1.4.9 Recuperación de costo y tramitación adecuada-Satelital	42
1.4.10 Estaciones satelitales terrestre	42
1.4.11 ITU S9/11 Coordinación de Frecuencias de las Estaciones terrestres	44
Capitulo II Sistemas de comunicación Móviles por satélite	46
2.1 Sistemas de comunicación móviles por satélite.	47
2.2 Acceso a Internet desde el Móvil (WAP)	49
2.3 GPRS	49
2.4 UMTS	49
2.5 Modelo IMT2000	50
2.6 Componente satelital del modelo UMTS/ITM2000 (S-UMTS)	50

2.7 Limitaciones del componente satelital	52
	57
Capitulo III Análisis de la tecnología satelital VSAT (Very Small Aperture terminal	55
3.1 Tecnología satelital VSAT Terminal de apertura muy pequeña (Very Small Aperture Terminal)	56
3.2 Componentes de una terminal VSAT	58
3.3 Características de las redes VSAT	59
3.4 Ventajas de las redes VSAT	59
3.5 Enlaces VSAT	60
3.6 Simulación de una red satelital VSAT	60
3.7 Servicios de las diferentes compañías satelitales.	62
Capitulo IV Conclusión	64
Glosario	67
Bibliografía	72

## **Introducción**

Desde décadas atrás las comunicaciones han sido un punto primordial en la evolución del hombre, hoy en día la revolución de las comunicaciones dan un giro y un impacto enorme para las necesidades de nosotros mismos como humanidad, logrando un avance tecnológico y científico. Con el paso de los años las comunicaciones que se conocían evolucionaron para formar un mundo nuevo de Telecomunicaciones.

Las ventajas sobre el uso de la tecnología apropiada para realizar un enlace satelital, identificar la tecnología (hardware, software) más adecuada para el manejo de una gran magnitud de datos en los diferentes puntos en que la red ha sido implementada; mostrando los beneficios que se obtienen al trabajar con una seguridad integra de los mismos clientes. Esta tecnología tiene diferentes usos, desde detectar la formación de fenómenos naturales, transmisión de internet satelital, monitorear mediante cámaras vía satélite, comunicación celular y detección de fenómenos astrológicos como el estudio de estrellas.

El proponer este tipo de comunicaciones nos es útil para poder enlazarnos o conectarnos al Internet satelital desde cualquier lugar, así como la telefonía satelital con la que ya contamos, esto puede ser desde un medio rural. De acuerdo con la topología que se adecúe así como las herramientas para poder desarrollar la implementación de la red tanto hardware y software.

La tecnología satelital permite a los astrónomos estudiar diversas estrellas, cuerpos celestes, planetas y fenómenos astronómicos, posición geográfica de fenómenos naturales como: Huracanes, tormentas, tornados etc.

Por el lado de las empresas y servicios se logro un avance enorme y muy importante en la telefonía móvil, el internet satelital, televisión satelital, seguridad nacional, espacio aéreo y un sin fin de opciones para mantenernos comunicados las 24 horas del día y con la facilidad de acceder a la información solicitada.

Los sistemas satelitales dieron surgimiento a empresas independientes las cuales hoy en día proporcionan servicios para usuarios independientes o empresas que pagaban esos servicios o tan solo rentando los servicios del satélite exclusivamente, algunas de ellas son AT&T en Estados Unidos de América, en México Telmex, Telcel, Iusacel por citar algunas, las cuales ya tienen años en este tipos de servicios.

Mediante este trabajo de investigación, se pretende dar una breve descripción de la gran evolución que han tenido la redes satelitales como medios de comunicación, al mismo tiempo describiendo las diferentes tecnologías que han formado parte de estas redes satelitales. En el Capítulo 1 se da paso al origen de las comunicaciones satelitales, continuando con su historia dando los avances que se obtuvieran así como los fracasos; en el Capítulo 2, se da una definición de lo que son las redes satelitales formadas por satélites de alta tecnología, los cuales deben ser puestos en órbita y así poder emplearlos, tanto las redes satelitales como el satélite son utilizados bajo ciertas normas de la ley, en el Capítulo 3 se da una forma distinta de usar la tecnología satelital como medio de comunicación al describir sistemas móviles de comunicación y el modelo sobre el cual están basados, en el Capítulo 4 se hará el análisis de la tecnología satelital utilizada como medio de comunicación aportando puntos esenciales e importantes para mejorar su uso, por último el Capítulo 5 se aportara una conclusión sobre este tema y la experiencia que se adquirió en el transcurso de la investigación.

# Capitulo I

## Redes satelitales

## **1.1 Red satelital**

### **1.1.1 ¿Qué es una red Satelital?**

Una red satelital es una nueva forma de comunicación que utiliza los recursos de la tecnología, usando como medio de transmisión satélites artificiales los cuales son colocados en el espacio. Logrando así comunicar lugares lejanos de un continente a otro y al mismo tiempo como medio de seguridad.

La tecnología utilizada es representada por satélites poderosos y complejos, designados para llevar a cabo múltiples tareas o actividades para lo cual son designados, así mismo el perfeccionamiento en las estaciones terrestres o terrenas logrando un adelanto en este mundo de tecnología satelital, como en las mismas redes satelitales y en la nueva forma de transmisión de todo tipo de información (Voz, datos, video, etc). La tecnología "Very Small Aperture Terminusl (VSAT)" surgió como una opción más en el uso de la tecnología satelital ya que por su arquitectura es ideal para redes cuya organización es centralizada. [2].

Por lo tanto las redes satelitales utilizan enrutadores, los cuales tiene una antena y por medio de ella reciben y envían señales que se transmiten en diferentes estaciones terrestres las cuales se ubican en una determinada órbita<sup>1</sup> de la tierra, donde la información puede viajar en haces de luz extremadamente estrechos, para mejorar el proceso de la información entre satélites y usuarios, en la Figura 1.1.1.a, muestra el satélite captando todo tipo de información solicitada por los usuarios de la empresa, la cual es enviada mediante una antena de la estación terrestre denominada HUB; después el satélite devuelve la información al HUB, ésta la transmite mediante el router, enseguida es pasada por el switch; posteriormente la información es entregada a los usuarios que la solicitaron.

---

<sup>1</sup> Órbita.- Trayectoria de un satélite (de comunicación) alrededor de la Tierra debido a las fuerzas de gravitación y a la inercia.

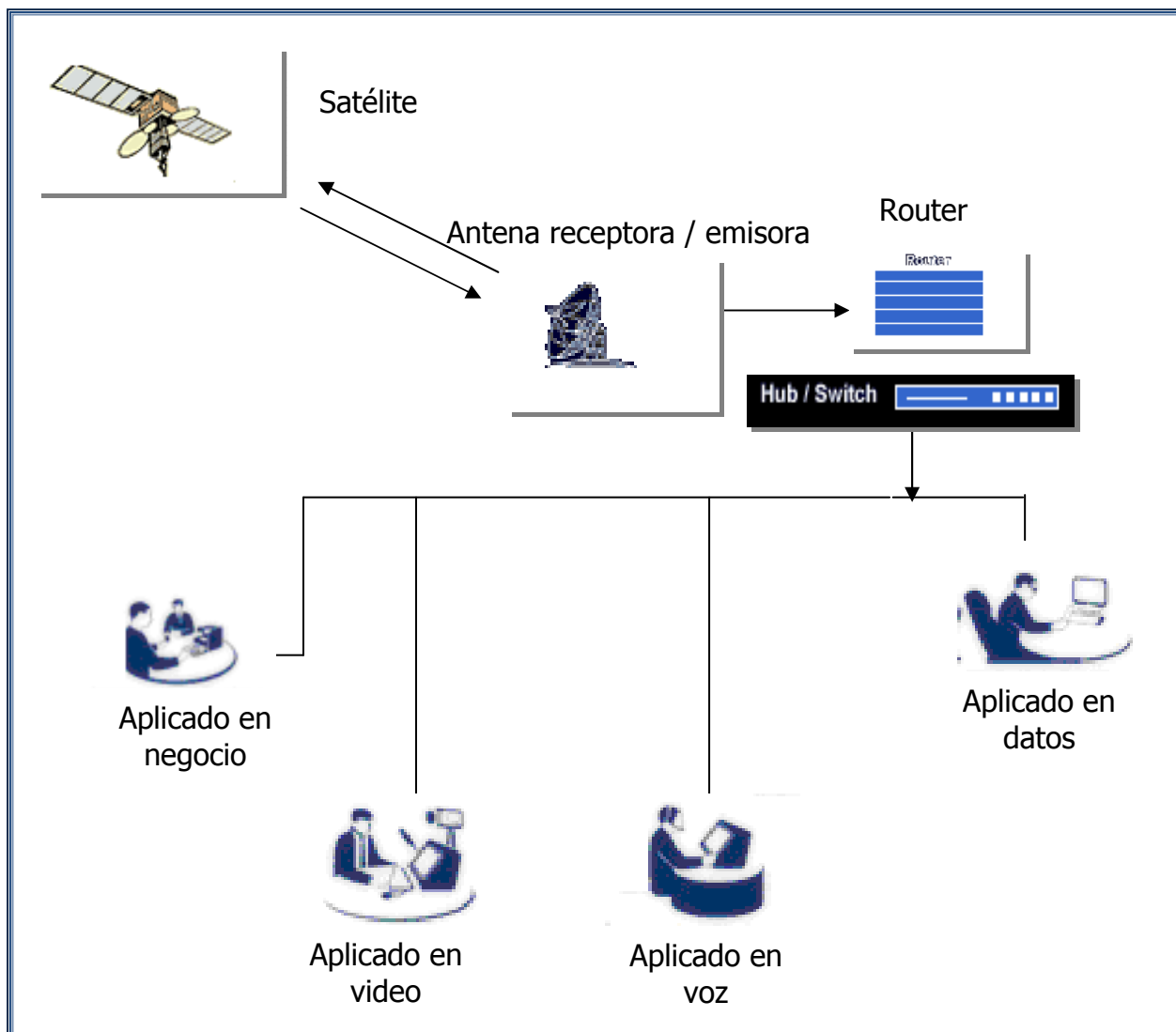


Figura 1.1.1.a Red satelital para empresas

### 1.1.2 Elementos de las redes satelitales.

Los elementos que componen a las redes satelitales son los transpondedor y las estaciones terrenas. La función del transpondedor es recibir y transmitir señales, la estación terrena controla la recepción con el satélite y desde el satélite, regula la interconexión entre terminales, administra los canales de salida y por último codifica los datos y controla la velocidad de transferencia.

La estación terrena contiene tres elementos importantes para su uso: Estación receptora, antena y estación emisora, como se muestra en la Figura 1.1.2.a

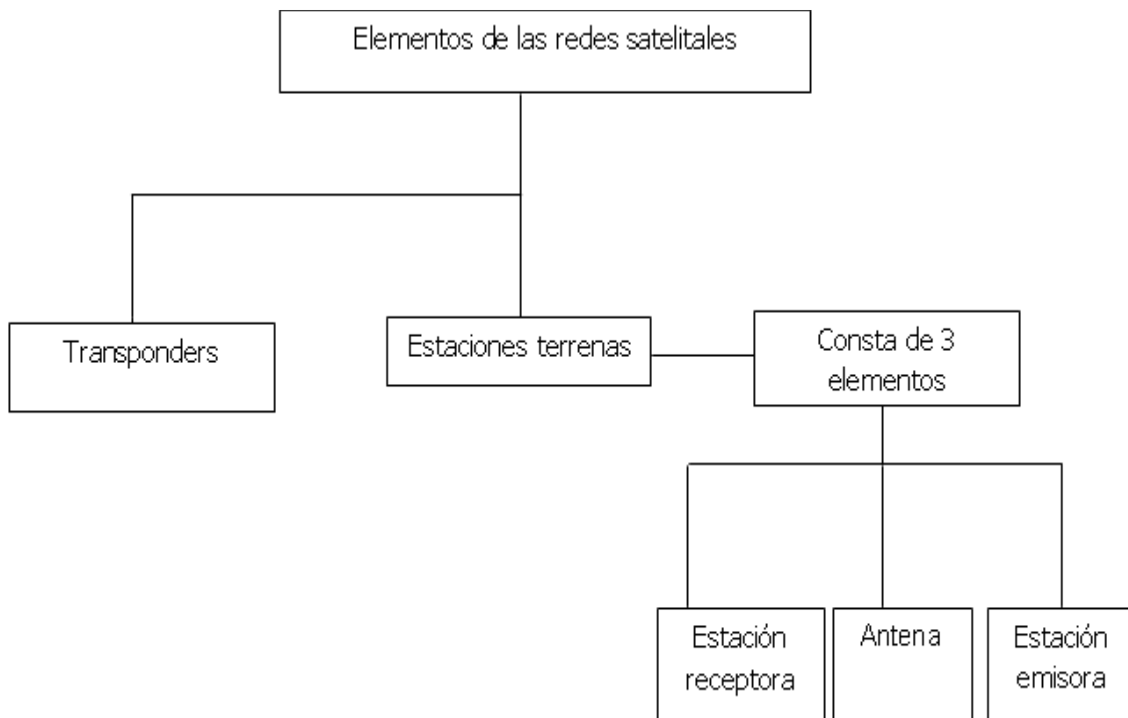


Figura 1.1.2.a Elementos de las redes satelitales.

### **1.1.3 Clasificación de las redes satelitales.**

La clasificación de las redes satélites es según a su área geográfica, entre las de área local por ejemplo pueden enlazar un edificio completo, empresas, y las de área amplia las cuales llegan a cubrir ciudades, países e inclusive al mundo entero.

#### **Redes PAN**

Las redes de PAN son redes de área personal, su límite es de tan sólo unos 10 metros aproximadamente.

#### **Redes LAN**

Las redes LAN son redes que permiten obtener un entorno que abarque a cientos de metros y suele ser utilizado en escuelas y oficinas.

## **Redes MAN**

Las redes MAN cubren un área de una ciudad hasta varios kilómetros, por ejemplo enlaces de una empresa con sus diferentes departamentos ubicados en diferentes regiones de ciudades distintas.

## **Redes WAN**

Las redes de WAN no poseen un límite de cobertura, llegan a comunicar continentes, países, ciudades, estados, regiones siendo portadoras de bloques grandes de información voz, datos, y multimedia [2].

### **1.1.4 Características de las redes satelitales.**

- Las transmisiones se llevan cabo a velocidades en Giga Hertz.
- Son muy costosas, por lo que limitan a grandes empresas y países
- Permiten una comunicación a grandes distancias sobre el planeta en tiempos mínimos logrando romper las barreras de tiempo y distancia [1].

### **1.1.5 Beneficios de las redes satelitales.**

- Automatización de los procesos con un alcance generalizado a nivel mundial.
- Lograr una comunicación a cualquier parte del mundo, permitiendo intercambiar datos e información.
- Interconectar terminales remotos con bases de datos centralizadas, de una manera veloz y eficiente.
- Videoconferencias de alta calidad para tele reuniones para los proveedores de servicio Internet (ISP).
- Acceso a alta velocidad a los grandes nodos de Internet.
- Difusión con una cobertura instantánea para grandes áreas.
- Constituyen una magnifica aplicación para sistemas comerciales, financieros, industriales y empresariales y representan oportunidades especiales para trabajos a nivel multinacional, dado que una sola estación central puede controlar cientos y hasta miles de pequeñas

estaciones; con la gran ventaja que el beneficio de la economía de escala se traslada al usuario final.

- Desde hace tiempo, las redes de comunicación satelital de VSAT han ofrecido comunicación muy fiable entre una estación central y casi cualquier número de cientos a millares de estaciones terrenas ubicadas en distintos sitios geográficamente dispersos. Desde lo que solían ser datos sobre puntos de venta al menudeo e información noticiosa y financiera, las aplicaciones de las redes de VSAT han crecido hasta incluir monitoreo ambiental y vigilancia de tuberías, localizadores personales, lotería en línea, aprendizaje a distancia, servicios en gasolineras, transmisión privada de voz e Internet, así como la emisión a alta velocidad de música y video [1].

## **1.2 Satélites**

### **1.2.1 ¿Qué son los satélites artificiales?**

Un satélite artificial es un objeto lanzado al espacio y puesto sobre la órbita de la tierra con diversos fines, los cuales pueden ser científicos, militares o tecnológicos para obtener resultados extraordinarios en la evolución de las telecomunicaciones la figura 1.2.1.a, muestra un satélite artificial en órbita alrededor de la tierra en órbita para ser utilizado. [2].

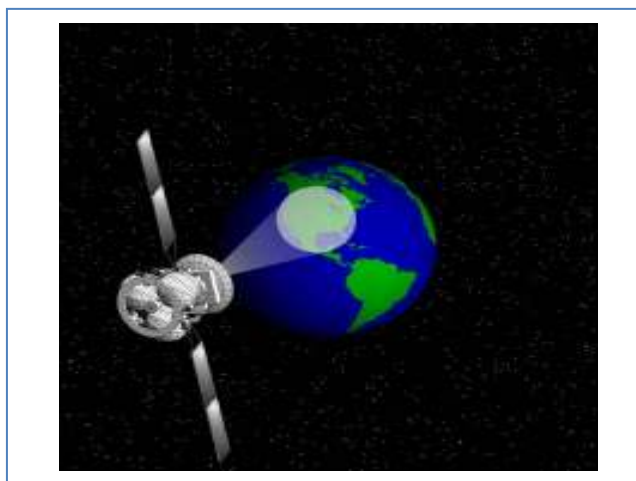


Figura 1.2.1.a Satélite artificial en órbita alrededor de la tierra.

## **1.2.2 Componentes de los satélites**

### **Antenas**

Son utilizadas para recibir señales emitidas por las diferentes estaciones terrestres ubicadas en el planeta tierra, señales que llevan instrucciones para el satélite indicando las actividades que debe llevar a cabo, así mismo las ondas que debe transmitir. Por ejemplo el satélite Satmex recibe señales de la estación terrestre ubicada en Iztapalapa, dichas señales pueden ser de programas de cualquier medio de comunicación como programas de televisión, Internet, radio, conferencias, etc.

### **Transpondedor**

Es el núcleo del satélite, su función es recibir y transmitir señales. Las señales recibidas son amplificadas antes de ser retransmitidas a la tierra, con la finalidad de evitar interferencias cambia la frecuencia.

### **Amplificadores**

Parte de un transpondedor, cuya función es captar la señal enviada desde el planeta tierra, amplificando la señal, para posteriormente enviar la señal a un destino. Si la señal no fuera amplificada, esta sería débil y por consiguiente al recibirla no sería entendible.

### **Computadora**

Utilizada para procesar instrucciones provenientes de las estaciones terrestres ubicadas en el planeta Tierra, obteniendo un buen control sobre los instrumentos que conforman el satélite. Decidiendo la cantidad de energía que le corresponde a cada uno de los elementos que forman el satélite, detecta el estado funcional de cada uno de las herramientas que utiliza el satélite para proporcionar ayuda a los ingenieros de la Tierra y conocer su estado actual.

## **Giróscopos**

Su función es mantener los satélites con posición fija o rotando, evitando que se vean obstaculizados en su trayectoria, logrando que continúen en su posición. El uso del Giróscopo es para mantener al satélite en una orientación fija debido a que en el espacio no hay aire y no siente la gravedad.

## **Paneles Solares**

Abastecen el satélite de energía, a través de una cubierta que convierte la luz solar en energía para el uso del satélite. Una parte de la energía extraída es almacenada en una batería eléctrica evitando que el satélite carezca de energía, la restante para operar el satélite.

El satélite debe mantenerse a 20° C para que los demás instrumentos funcionen correctamente y evitar que el combustible se congele, como se muestra en la figura 1.2.2.b, en la que se observa como los paneles solares actúan para recargarse y seguir su funcionamiento [8].

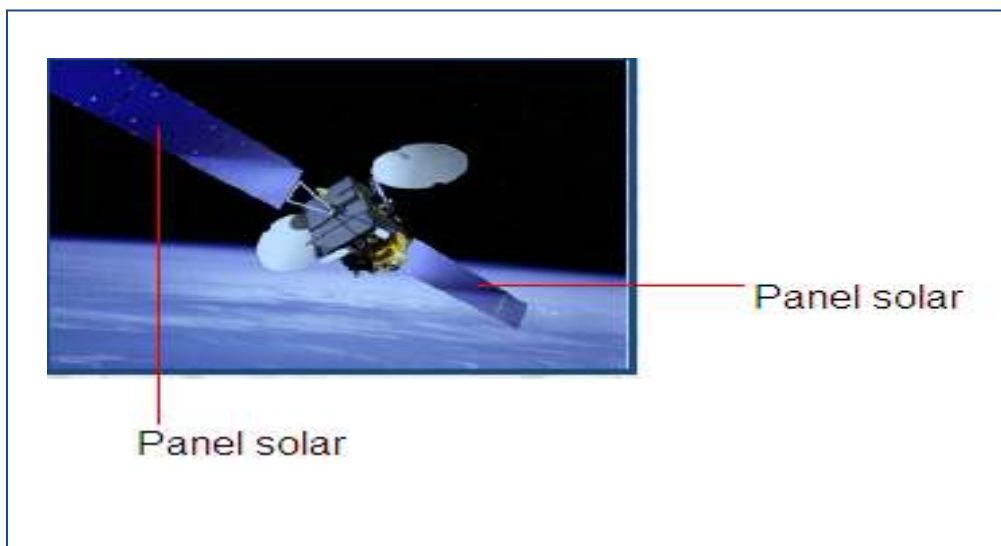


Figura 1.2.2.b Paneles solares

## **1.2.3 Propiedades de los satélites**

Las señales que salen y entran al satélite viajan a la velocidad de la luz de 300.000 km/seg, ya que en que viajan los datos depende mucho de la distancia

entre el tiempo del usuario, la estación terrena y al mismo tiempo la elevación del satélite de tal forma que el tiempo de tránsito es de 250 a 350 Mseg.

Después de realizar una comparación entre los enlaces terrestres de microondas y el cable coaxial o fibra óptica, se determinó que las señales electromagnéticas viajan mucho más rápido en el aire que en los sólidos. Una propiedad que describe a un satélite es que son medios de difusión, ya que no presentan un costo adicional o mayor al enviar un mensaje, es decir cuesta lo mismo mandar un mensaje a una estación terrestre que mandar el mismo a miles de ellas, dentro de un enlace del transpondedor.

### **Conexiones**

La conexión es primordial entre dos o más sitios en el intercambio de información, generalmente se utilizan dos alternativas: Enlaces digitales o redes privadas virtuales (VPN) donde la mayoría de los canales de acceso múltiple se encuentran en las redes LAN, las redes WAN son bases para la comunicación satelital.

La conexión se hace mediante un haz, el cual cubre parte de la Tierra, el haz varía en una ampliación de 10, 000 Km. de diámetro hasta un haz localizado de 250 Km. de diámetro, las estaciones dentro del haz envían marcos al satélite en frecuencia de enlace ascendente, después el satélite vuelve a difundir en una frecuencia de enlace descendente. El hecho de utilizar frecuencia descendente y ascendente es con el fin de evitar que el transpondedor entre en oscilación.

El tiempo que tarda un haz del satélite en apuntar a un área dada se le denomina tiempo demorada, si el tiempo es demasiado corto, ese tiempo se demora moviendo el haz. El punto clave es la forma en transmitir los canales del transpondedor, esto es posible debido al retardo de tiempo de 270 mseg, así si "X" estación detecta el enlace de un canal de forma descendente, escucha lo que sucedió hace 270 mseg [2].

## **Bandas de frecuencia**

Las bandas de frecuencia surgen a partir de la Segunda Guerra Mundial y se les asignaron nombres usando letras aleatorias, como la banda C, la banda Ku, la banda L, con el fin de que el enemigo no supiera de que estaban hablando.

Un satélite normal usa de 12 a 20 transpondedores donde cada uno tiene un ancho de banda de 36 a 50 Mhz. El satélite utiliza un transpondedor para codificar una corriente de datos de 50Mbps, al inicio en los satélites la repartición de los transpondedores para los canales era de forma estática, ya que para ello dividían el ancho de banda en bandas de frecuencia fijas; en la actualidad se usa la multiplexión por división en el tiempo debido a su flexibilidad. Para las conexiones los satélites tienen múltiples antenas y transpondedores, un haz descendente es enfocado en un área geográfica pequeña de esa forma tienen múltiples conexiones ascendentes y descendentes. En el ancho de banda los haces puntuales son importantes, tienen una forma elíptica, son tan pequeños como unos cientos de kilómetros, los satélites de comunicación tienen un haz grande el cual abarca un país entero. A continuación se describe el uso de cada una de las bandas iniciando con la banda C.

La banda C suele utilizarse para el tráfico comercial de satélites, tiene asignados dos intervalos de frecuencia.

- 1.- El más bajo de enlaces descendentes, es decir desde el satélite.
- 2.-El superior de enlaces ascendentes, hacia el satélite.

Esta banda está sobre poblada, ya que son utilizadas por las portadoras para enlaces terrestres de microondas.

La banda Ku está disponible para las portadoras de telecomunicación comerciales, no está congestionada y mediante estas frecuencias los satélites están espaciados cerca de 1 grado. Hay un problema llamado lluvia, debido a que el agua es una gran absorbente de estas microondas cortas; una forma de solucionar este inconveniente es utilizando varias estaciones terrestres las

cuales se separan para evitar más gastos en recursos materiales. Para aligerar la carga de trabajo de la banda Ku se asignó una banda nueva llamada Ka para el tráfico comercial por satélite, cabe mencionar que aparte de estas bandas existen militares y gubernamentales.

En la banda L se llevan acabo los enlaces ascendentes y descendentes a 16 GHZ por medio del cual se hace posible una comunicación con el satélite, los mensajes que recibe son captados por el satélite y desde el espacio se transmiten a la banda KU. En la banda Ka el ancho de banda es mucho mejor en el espacio para enlaces entre los mismos satélites, su única limitación son los enlaces descendentes y ascendentes. En la Tabla 1.2.3.a Se muestran las diferentes bandas de frecuencia, y el rango de frecuencias que usan cada una [2].

<b>Banda</b>	<b>Rango de frecuencias</b>	<b>Servicio</b>	<b>Principales usos</b>
L- Comunicaciones Móviles	1-2 GHZ	Móvil	Emisión de audio, Radiolocalización
S – Móviles / reservadas	2-4	Móvil	Navegación
C- Comercial	4-8	Fijo	Voz, datos, imágenes, TV
X- Reservada	8-12	Fijo	Militar
Ku- Comercial	12-18	Fijo	Voz, datos, imágenes
K- Radioenlaces/Microondas	18-27	Fijo	TV, comunicación inter-satélite
KA	27-40	Fijo	TV, comunicación inter-satélite

Tabla 1.2.3.a Bandas de frecuencia.

#### **1.2.4 Información técnica de los satélites**

Es importante conocer lo que sucede con el satélite desde el momento en que es lanzado al espacio para después poder continuar con los procesos de su operatividad, enseguida se describen las fases de posicionamiento del satélite según González [7].

1. El primer módulo se desprende de los cohetes de combustible sólido.
2. Se separa el segundo módulo propulsor.
3. Se separa la cubierta aerodinámica del satélite.
4. Se separa el último módulo propulsor al llegar al apogeo de la órbita.
5. Se reorienta el satélite.
6. Comienza el control en Tierra al recibir señales; se determina órbita y altitud.
7. Se ajusta la rotación.
8. Se estabiliza el satélite sobre sus tres ejes.
9. Se despliegan los reflectores.
10. Se despliegan los paneles solares.
11. Se establece su orientación hacia el sol y a la tierra.
12. Inicia su fase operacional

Estas fases son las que hacen posible una comunicación total completa como el hablar por los celulares, los enlaces que realizan las diferentes televisoras, así como el escuchar música de las estaciones de radio y los beneficios que trajeron consigo el utilizar los satélites para las empresas, el siguiente ¿cómo el satélite capta las señales?, difunde las señales y por medio de que lo hace.

Los satélites amplifican las señales antes de devolverlas, esto es realizado con la ayuda del transpondedor actuando como grandes repetidoras de señales, su función es captar cada una de las señales del espectro y amplificar la señal de entrada, el siguiente proceso que realiza el satélite es redifundir la señal a otra frecuencia para así evitar la interferencia con la señal de entrada [2]. Los satélites tienen instrumentos astronómicos los cuales usan para realizar observaciones a la tierra ya que si esta actividad se realizara sobre la superficie de la Tierra sería imposible debido a la absorción de la atmósfera, los satélites son capaces de detectar la radiación ultravioleta así mismo la radiación que emiten ciertos cuerpos celestes, los satélites artificiales ya mencionados se alimentan de células solares (las baterías se cargan con células solares) o en su defecto con generadores nucleares, esto se da por la desintegración de

radioisótopos los cuales producen calor y es convertido en energía. Los satélites ocupan transmisores de radio para enviar datos, contienen radiorreceptores y circuitos electrónicos de almacenamiento de datos y utilizan sistemas de radar como sistemas de control.

A Las señales que transmiten los satélites se les denomina haces, suelen ser amplios y llegan a cubrir una fracción substancial de la tierra con una área de cientos de Km de diámetro. Los satélites son posicionados a una altura 750 km en orbitas polares [2].

### **1.2.5 Software y protocolos de los satélites**

Como inicio se necesita un conjunto de estaciones de transmisión entre una recepción de los usuarios del sistema por medio del cual se tiene acceso al satélite, así como un conjunto espacial de elementos en órbita y estaciones, mediante el cual se tenga un control, según el tipo de red que se tenga y el servicio que se presta.

De acuerdo con la topología se tienen configuraciones en estrella y maya; en la de estrella el contacto con el satélite se hace con una antena mas grande que la de los receptores, la estación principal es un HUB que sirve de enlace y logra una comunicación entre estaciones secundarias lo cual no es conveniente, ya que se deben tomar en cuenta los flujos en la red y para eso se tienen 2 combinaciones:

#### **Punto a Punto**

La conexión Punto a Punto permite la comunicación entre dos estaciones, lo cual les permite intercambiar información de forma simultánea si es requerida, formando un circuito llamado dúplex, construido por el semicircuito de A hacia B y el semicircuito de B hacia A. Donde cada estación transmite en diferente frecuencia hacia el satélite una por enlace ascendente y otra por enlace descendente, en la Figura 1.2.5.a se describe una conectividad de punto a punto en el enlace dúplex.

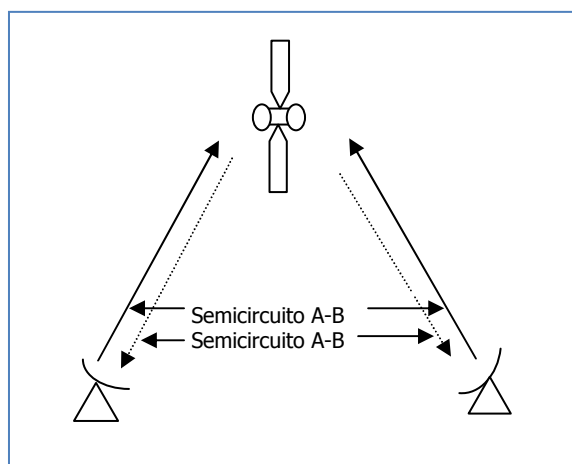


Figura 1.2.5.a Red con una conectividad Punto a Punto en enlace dúplex.

A través de la conectividad punto a punto y con enlaces independientes las redes terrenales son competitivas y técnicamente más convenientes que por satélite, sólo para tráfico que requiera gran cantidad de datos entre pocas estaciones terrenales. Su desventaja es que al comunicarse la información pasa por diferentes estaciones de repetición.

Un ejemplo de comunicación punto a punto en las estaciones terrenales o terrestres se produce cuando hay una estación terrestre maestra y se llevan a cabo enlaces independientes con diferentes estaciones remotas permitiendo el tráfico bidireccional con frecuencias diferentes evitando interferencia en ellos [1].

### **Punto a Multipunto**

Para esta configuración punto a multipunto, los satélites presentan una ventaja de transmitir una misma señal desde una estación de red a un número ilimitado de estaciones receptoras, siempre y cuando dichas estaciones se encuentren dentro de la cobertura del enlace descendente, en la Figura 1.2.5.b se observa la descripción de la configuración punto a multipunto [1].

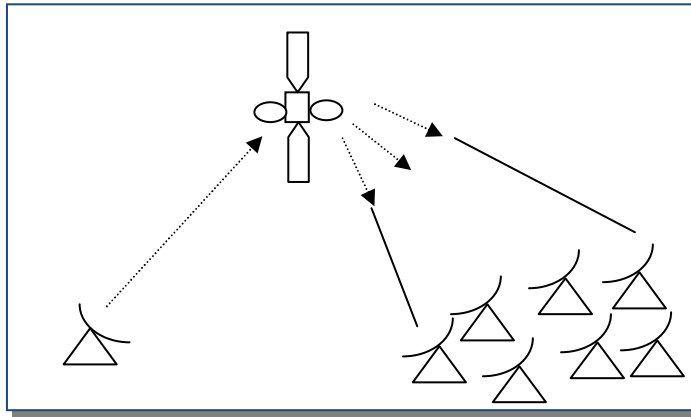


Figura 1.2.5.b. Red con conectividad punto a multipunto.

Para emplear el canal de acceso múltiple se utilizan 5 protocolos y son:

- Protocolos
- 1. SONDEO
  - 2. ALOHA
  - 3. FDM
  - 4. TDM
  - 5. CDMA

### **SONDEO**

En cierta forma el protocolo de sondeo funciona como si fuera un servidor en el cual un administrador designa la prioridad de cada uno de los usuarios dependiendo su actividad.

De esa forma hace que el satélite sondee por turno cada estación es relativamente caro ya que el tiempo requerido para sondeo entre respuesta es de 270 mseg, la forma de hacer esto es que las estaciones funcionen en un anillo lógico, la función es la siguiente: Se le permite a una estación transmitir cuando ha capturado la ficha, dicha transmisión se lleva a cabo por medio de un enlace ascendente, en caso de que el número de estaciones sea mínimo y constante, así el tiempo de la ficha para transmitir es corto y las ráfagas son mucho mas grandes enviando esto por al canal de enlace ascendente.

## **ALOHA**

En este protocolo cuando se requiere o se desea enviar información desde cada estación, entonces se envía, el problema que se presenta es que el canal solo cuenta con 18% de eficiencia, esto es algo totalmente inaceptable ya que se habla de satélites y su costo es de millones de dólares cada uno.

## **FDM (Multiplexión por División de Frecuencia)**

El protocolo Multiplexión por División de Frecuencia es un esquema viejo para el reparto de canal, que aún se utiliza. Utilizando Multiplexión intercalando 2 o mas frecuencias para transmitir las sobre un canal común.

## **TDM (Multiplexión por División de Tiempo)**

El protocolo Multiplexión por División de Tiempo se encarga de sincronizar diferentes señales, de tal forma que utilicen el canal de acuerdo al tiempo definido para cada estación [2].

## **CDMA (Código de división de múltiple acceso)**

El protocolo CDMA evita problemas en la sincronización de tiempo y el problema del reparto de canal, el cual es descentralizado y muy dinámico [2].

### **1.2.6 Los tipos de Satélite y su función**

Los satélites tienen diferentes funciones desde observar y estudiar estrellas, observar el planeta tierra así como sus fenómenos meteorológicos o atmosféricos y comunicarnos a nosotros mismos, hoy en día la mayoría de los satélites son de comunicación telefónica, transmisión de datos digitales e imágenes de televisión [1].

### **Satélites de observación y reconocimiento**

Los utilizan los científicos para evaluar ecosistemas en la tierra.

### **Satélites Meteorológicos**

Toman fotografías a la Tierra en intervalos regulares de tiempo, actividad que se realiza mientras la luz sea visible en el infrarrojo que capta las imágenes, de esa manera le proporcionan datos importantes a las estaciones meteorológicas de la Tierra, sirviendo para predecir las condiciones atmosféricas que pasan alrededor del mundo, también pueden ser usados para observar fuera del planeta como el satélite IRAS que en 1983 permitió a los astrónomos observar el núcleo de la galaxia, ver la Figura 1.2.6.a



Figura 1.2.6.a Satélite meteorológico

### **Satélites de Navegación**

Usados para determinar posiciones en el mar mediante un rango de error de menos de 10m, por otro lado, es de gran ayuda a la navegación para la localización de hielos y corrientes oceánicas.

Para los satélites de navegación el SARSAT (Sistema de satélites de búsqueda y rescate) controla señales de socorro así como también de las aeronaves mediante una red de tres satélites estadounidenses (NOAA-9, 10, 11), y otros dos que fueron lanzados por la antigua Unión Soviética. La Figura 1.2.6.b muestra a los satélites de navegación, las estaciones terrenas (encargadas de enviar información al satélite), dicha información llega a los usuarios que la solicitaron mediante sus computadoras.

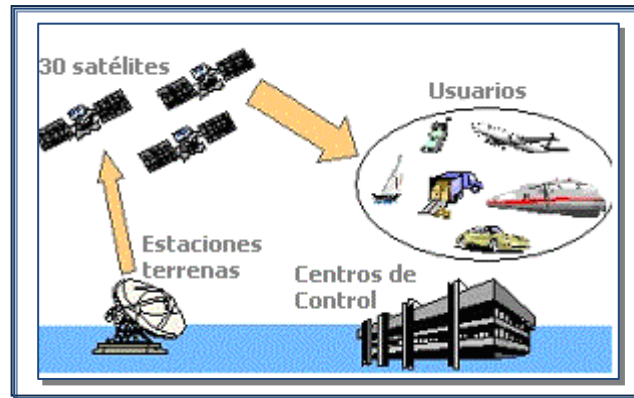


Figura 1.2.6.b satélites de navegación

### Satélites de comunicación

Permiten retransmitir entre distintos puntos del planeta.

### 1.2 .7 Funcionamiento básico de un satélite.

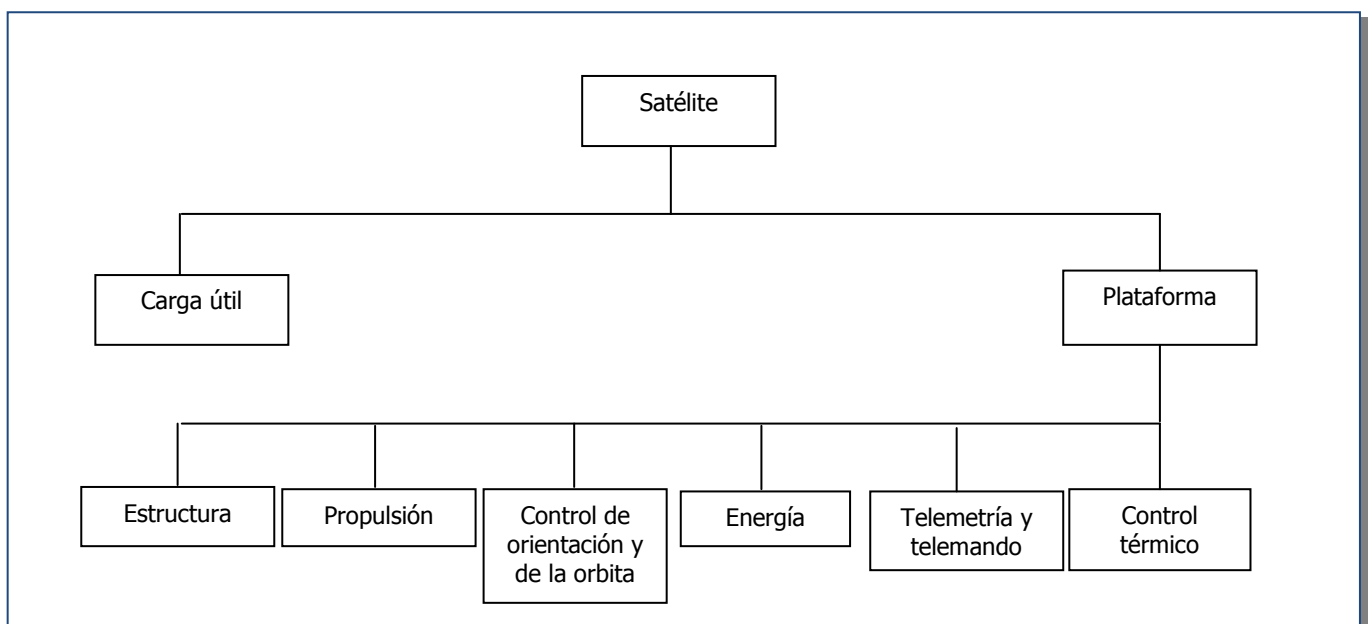
El satélite se divide en dos partes fundamentales para su operación:

Carga útil.

Se le llama carga útil al conjunto de equipos y antenas que procesan las señales de comunicación de los usuarios.

Plataforma

La plataforma es la estructura de soporte, como se observa en la Figura 1.2.7 se describe el funcionamiento que presenta el satélite, compuesto por la carga útil y la plataforma [1].



A su vez la estructura del satélite es considerada como un conjunto de subsistemas, debido que para realizar la tarea para el cual fue diseñado cada subsistema lleva a cabo una función para poder la completar el envío de información requerida por los usuarios finales o empresas.

- Subsistemas de Antenas.
- Subsistemas de Comunicaciones.
- Subsistemas de Potencia Eléctrica.
- Subsistemas de Control Térmico.
- Subsistemas de Posicionamiento y Orientación.
- Subsistemas de Seguimiento, Telemetría y Telemando.

La tecnología satelital presenta un nuevo surgimiento en las comunicaciones, el desarrollo de fibra óptica no disminuyó el desarrollo de los satélites artificiales de comunicación, por otro lado la fibra óptica proporcionó grandes ventajas en este mundo de comunicaciones, convirtiéndose en un oponente para los satélites de comunicaciones, los satélites artificiales de comunicación tienen gran ventaja sobre la fibra óptica, debido a que sus costos en cuanto inversión son menores y su alcance es mucho mayor.

Ruelas en [7] menciona los proyectos de redes satelitales de órbita baja y algunos de sus costos:

Proyecto 21 (propiedad de Inmarsat con un costo mayor de 1000 millones de dólares); Iridium (una constelación de 66 satélites con un costo de 3.4 mil millones de dólares, propiedad de 18 empresas de diferentes países encabezados por Motorola); Globalstar (compuesto aproximadamente por 48 satélites con cobertura global y regional en Estados Unidos, y con un costo de 1.8 mil millones de dólares); Odyssey (Una red de 12 satélites con un costo de 1.3 mil millones de dólares, propiedad de un consorcio de manufactura de tecnología aeroespacial); Elipso I y II (comprende aproximadamente a 18 satélites en dos planos para proveer únicamente servicio nacional, su costo es

de 180 millones de dólares, y es propiedad de 6 compañías norteamericanas de comunicaciones móviles, manufactureras de electrónica y tecnología inalámbrica, y del banco inglés Barclays). Aries (Una red que integra a 48 satélites de órbita polar en cuatro planos, su costo es de 292 millones de dólares y es propiedad de inversionistas privados y empresas de comunicaciones de Estados Unidos); Teledesic. (Proyecto de comunicaciones que integra a 840 satélites del tamaño de un refrigerador, su costo es de 9 mil millones de dólares, y es propiedad de Craig McCaw, William Gates, McCaw Development y Kinship Partner).

Los satélites ofrecen comunicación en lugares o zonas donde las redes terrestres son imposibles o en su defecto costoso, de esa forma dan una cobertura enorme. La Alianza Global Loral en la cual forma parte Satmex<sup>2</sup> reparte servicios de video que incluyen difusión de televisión, aplicaciones de señal directa al hogar, televisión empresarial, servicios ocasionales, noticias, servicios de Internet, voz y datos [7].

### **1.3 Uso de orbitas**

#### **1.3.1 ¿Que es una órbita?**

Una órbita es la trayectoria o camino que siguen tanto los planetas como los satélites artificiales, alrededor del sol. Puesto que hay distintas orbitas y para cada órbita al objeto o satélite se le designa una velocidad, si el objeto aumenta su velocidad se puede dar el caso de que el satélite cambie su trayectoria, sin embargo para mantener el satélite en órbita es conveniente aumentar o disminuir su velocidad.

Esto se hace por medio de los motores que tiene el satélite, el cambio de velocidad es producido al encender uno de los dos motores; los satélites que se encuentran en una órbita cercana giran mas rápido que lo que se encuentran en una órbita lejana, por otro lado las órbitas manejan dos variables que son

---

1.-Satmex.- Es Una empresa privada que ganó la concesión para la operación de los satélites mexicanos en 1997 y está integrada por Telefónica Autrey, Loral Space & Communications, y el gobierno mexicano.

fundamentales y forman parte de la tercera ley de Kepler y es la relación entre distancia y el periodo de revolución.

Sin embargo para mantener el satélite en orbita, es conveniente aumentar o disminuir su velocidad; esto se hace por medio de los motores que tiene el satélite lo cual es producido al encender uno de los dos motores. La Figura 1.3.1.a muestra las diferentes órbitas con las que se cuentan, ya que cada una es utilizada de diferente forma y para actividades diferentes, así como cada una cuenta con una altura especial según su función.

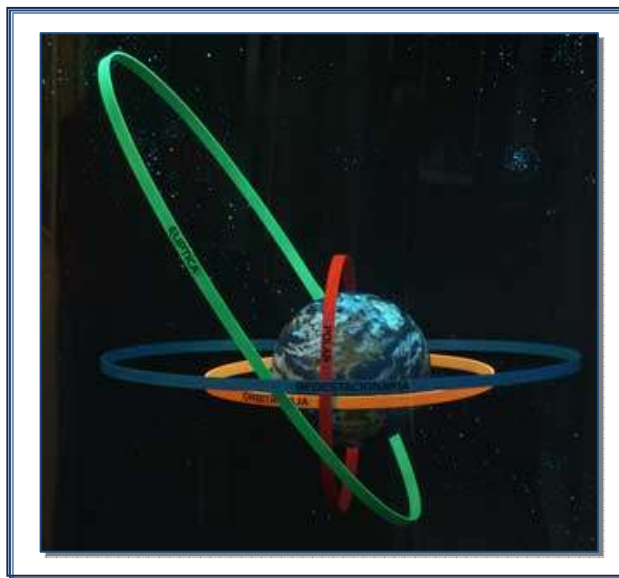


Figura 1.3.1.a Atura de las diferentes orbitas

GEO (Órbita Terrestre Geosíncrona).

Los satélites GEO se encuentran en una orbita de 36.000 kilómetros sobre el plano del Ecuador terrestre, con una cobertura de (1/3), una vida útil de 10 a 15 años y sus antenas deben estar fijas y con un periodo de rotación respecto a la Tierra del satélite de 24 horas, como se muestra en la Figura 1.3.1.b.

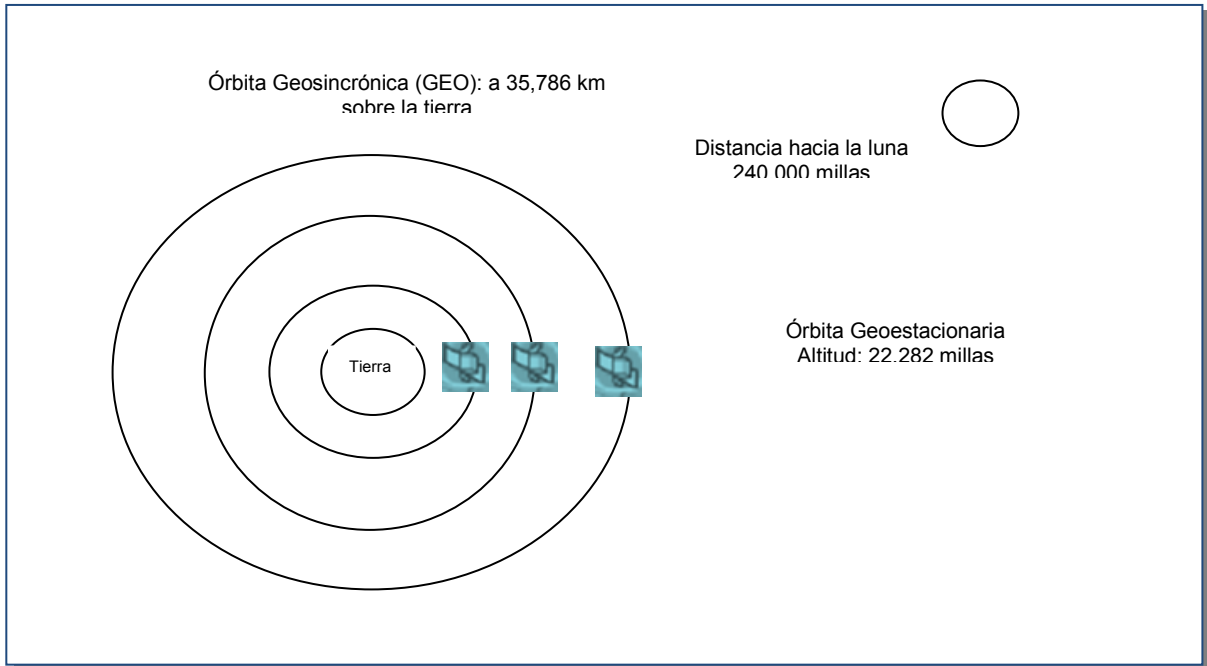


Figura 1.3.1.b Ubicación de la órbita GEO.

#### MEO (Órbita terrestre de media altura)

Los satélites se encuentran en una órbita terrestre media, a una altura de 10.000 y 20.000 Kilómetros. Su cobertura es menor, con una vida útil de 3 a 7 años, menor retardo de propagación, una velocidad aproximada de 7 km/s. Su posición relativa con respecto a la de la superficie no es fija, se desplazan a gran velocidad y dan varias vueltas al cabo del día. Es necesario un número mayor de satélites para obtener una cobertura mundial, en la actualidad no hay muchos satélites MEO, los cuales son requeridos y utilizados para un posicionamiento y navegación GPS (Global Positioning System, o sistemas de posicionamiento global, como se muestra en la figura.

#### LEO (Órbita de baja altura)

Órbita de baja altura con un ancho de banda extraordinario y una latencia reducida, se encuentran a una altura de 5.000 kilómetros, la mayoría de satélites se encuentran mucho más debajo de los 500 y los 1.600 kilómetros. Hay tres tipos de LEO los cuales ofrecen cantidades de ancho de banda.

- LEO
- 1.- LEO pequeños empleados para aplicaciones de bajo ancho de banda, como en servicios de búsqueda de personas, operan de decenas a centenares de kbits.
  - 2.- Los LEO grandes manejan servicios como búsqueda de personas, servicios de telefonía móvil y transmisiones de datos, operan de cientos a miles de kbits.
  - 3.- LEO de banda ancha operan en Mbits entre los cuales se encuentra SkyBridbe y Teledesic.

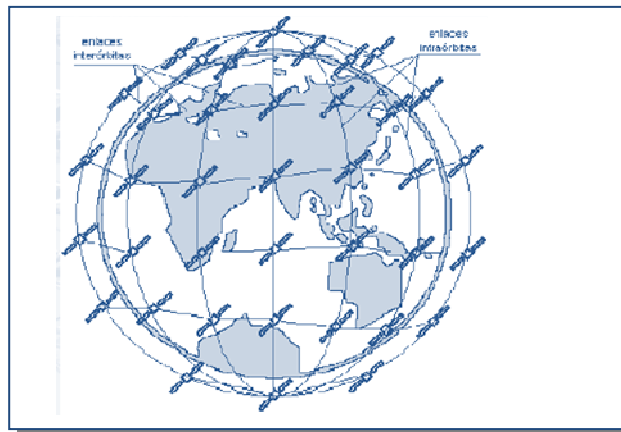


Figura 1.3.1.c Órbita LEO

### 1.3.2 Tipos de órbitas

La Tabla 1.3.2.a muestra las distintas órbitas de los satélites, la altura en la cual deben estar, la función que realizan así como las ventajas que presentan sus órbitas. Dicha tabla refleja información realmente importante, ya que permite ubicar en que orbita se puede localizar un satélite de acuerdo a su actividad.

<b>Órbita</b>	<b>Altura sobre el nivel del mar</b>	<b>Velocidad del satélite</b>	<b>Función del satélite</b>	<b>Ventaja de la órbita</b>
Baja	250 – 1500 km	7.755-7113 km/s	Comunicación móvil y observación de la Tierra	Poco retraso en las comunicaciones, y requiere menor potencia
Polar	500 - 800 km sobre el eje polar	7.613-7.452 km/s	Clima y navegación	Se encuentra perpendicular al Ecuador por lo que al rotar la Tierra, observa distintas regiones del planeta
Geoestacionaria	35786km, sobre el plano ecuatorial	3.075 km/s	Comunicación, clima y navegación (GPS)	Al rotar a la misma velocidad angular de la Tierra, el satélite se percibe fijo en el espacio y le da especial servicio a una región en particular.
Elíptica (Tipo Molniya)	Perigeo (cuando está más cerca de la Tierra): 200– 1000 kms. Apogeo (cuando está más lejos de la Tierra): ~39,000 kms.	~9.5 km/s  ~1.5 km/s	Comunicación	Permite dar servicio a latitudes muy grandes

Tabla 1.3.2.a Tipos de órbitas.

#### **1.4 Modelos de enlace satelital.**

Esencialmente, un sistema satelital consiste de tres secciones básicas: una subida, un transpondedor satelital y una bajada.

### 1.4.1 Modelo de subida.

El principal componente dentro de la sección de subida, de un sistema satelital, es el transmisor de la estación terrena. Un típico transmisor de la estación terrena consiste de un modulador de IF<sup>3</sup>, un convertidor de microondas de IF<sup>4</sup> a RF<sup>5</sup>, un amplificador de alta potencia (HPA<sup>6</sup>) y algún medio para limitar la banda del espectro de salida (un filtro pasa-banda de salida).

El modulador de IF<sup>7</sup> convierte las señales de banda base de entrada a una frecuencia intermedia modulada en FM<sup>8</sup>, en PSK o en QAM. El convertidor (mezclador y filtro pasa-banda) convierte la IF a una frecuencia de portadora de RF apropiada. El HPA proporciona una sensibilidad de entrada adecuada y potencia de salida para propagar la señal al transpondedor del satélite. Los HPA comúnmente usados son klystons y tubos de onda progresiva, como se muestra en la Figura 1.4.1.a se observa como se lleva a cabo el enlace del modelo de subida [4].

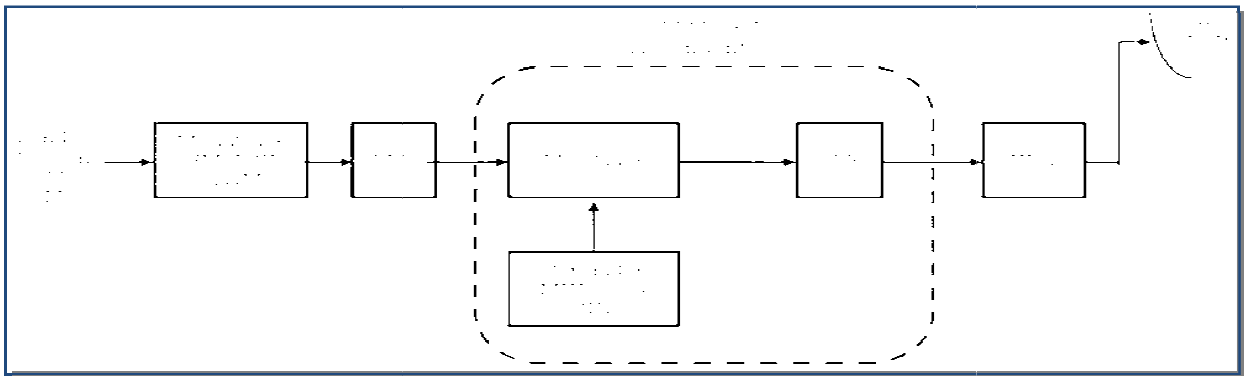


Figura 1.4.1.a Función del modelo de subida.

<sup>3</sup> Modulador de frecuencia intermedia de la imagen.

<sup>4</sup> Convertidor de frecuencia intermedia de la imagen.

<sup>5</sup> Convertidor RF.- Convertidor de radio frecuencia.

<sup>6</sup> Amplificador HPA.- Amplificador de alta potencia.

<sup>7</sup> Modulador IF.- Modulador de frecuencia intermedia.

<sup>8</sup> FM.- Modulación de frecuencia, sistema de modulación en el que la señal moduladora modifica el valor instantáneo de la frecuencia de señal portadora. Expresada como "FM"

### 1.4.2 Transpondedor.

Un típico transpondedor satelital consta de un dispositivo para limitar la banda de entrada (BPF<sup>9</sup>), un amplificador de bajo ruido de entrada (LNA), un transportador de frecuencia, un amplificador de potencia de bajo nivel y un filtro pasa-bandas de salida.

El transpondedor es un repetidor de radio frecuencia (RF) a RF. Otras configuraciones de transpondedor son los repetidores de IF, y de banda base, semejantes a los utilizados en los repetidores de microondas.

El BPF de entrada limita el ruido total aplicado a la entrada del LNA<sup>10</sup> (un dispositivo normalmente utilizado como LNA, es un diodo túnel).

La salida del LNA alimenta un transportador de frecuencia (un oscilador de desplazamiento y un BPF), que se encarga de convertir la frecuencia de subida de banda alta a una frecuencia de bajada de banda baja.

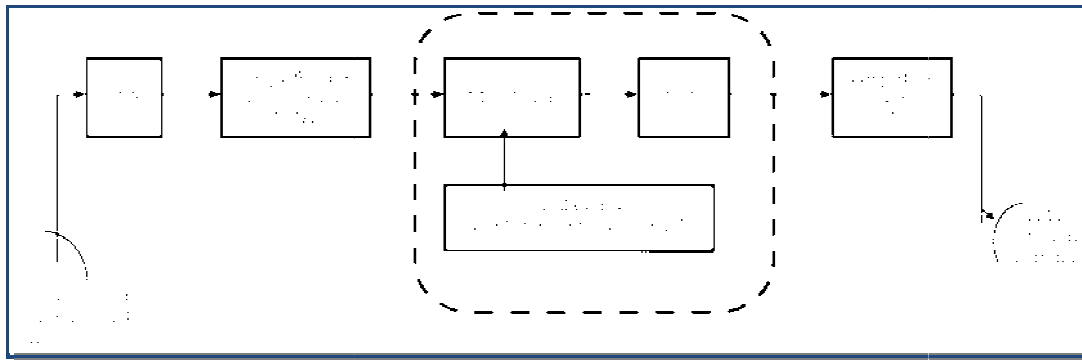
El amplificador de potencia de bajo nivel, que es comúnmente un tubo de ondas progresivas (TWT), amplifica la señal de RF para su posterior transmisión por medio de la bajada a los receptores de la estación terrena. También pueden utilizarse amplificadores de estado sólido (SSP), los cuales en la actualidad, permiten obtener un mejor nivel de linealidad que los TWT.

La potencia que pueden generar los SSP, tiene un máximo de alrededor de los 50 Watts, mientras que los TWT pueden alcanzar potencias del orden de los 200 Watts, en la Figura 1.4.2b se muestra el diagrama sobre la función que lleva acabo el transpondedor [4].

---

<sup>9</sup> BPF.- Filtro pasa bandas.

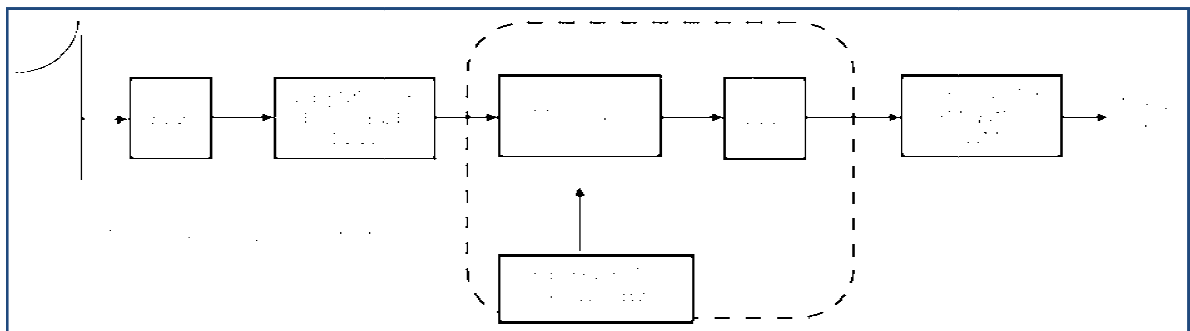
<sup>10</sup> LNA.- Amplificador de baja potencia.



En la Figura 1.4.2b Función del Transpondedor.

### 1.4.3 Modelo de bajada.

Un receptor de estación terrena incluye un BPF de entrada, un LNA y un convertidor de RF a IF. El BPF limita la potencia del ruido de entrada al LNA. El LNA es un dispositivo altamente sensible, con poco ruido, tal como un amplificador de diodo túnel o un amplificador paramétrico. El convertidor de RF a IF es una combinación de filtro mezclador/pasa-bandas que convierte la señal de RF a una frecuencia de IF, en la Figura 1.4.3.c se observa el diagrama que describe la función que lleva acabo el modelo de bajada [4].



En la Figura 1.4.3c Modelo de bajada.

### 1.4.4 Licencias para usar la tecnología satelital

#### Licencias de las redes satelitales

Las licencias son muy importantes tanto para las empresas que dan el servicio así como para uno como cliente independiente, estas licencias tienen dos principios:

1.- La utilización de los recursos del espectro orbital

2.- Cielos abiertos

### **La utilización de los recursos abiertos de espectro orbital**

La FCC (Comisión Federal de Comunicaciones) adoptó ciertas políticas y reglamentaciones para una utilización eficiente del espectro orbital, el objetivo de las políticas consiste en facilitar la autorización de un gran número de sistemas los cuales obtengan un número menor en interferencias, esto es para beneficiar a los consumidores facilitándoles la competencia y teniendo una gran variedad de servicios a precios considerables. La FCC adoptó reglas técnicas para la mayoría de los servicios satelitales. En los servicios satelitales nacionales, los sistemas deben cumplir con ciertos parámetros técnicos básicos los cuales permitirán a los demás satélites fijos geoestacionarios operar en un espacio orbital de dos-grados, en el servicio llamado Big Leo los sistemas deben ser capaces para proporcionar un servicio continuo a los usuarios y con cobertura global, sin embargo la FCC determina si la empresa privada se encuentra en mejores condiciones para elegir que tipo de tecnología y sistemas que son mas adecuados desde un punto de vista comercial.

### **Cielos abiertos.**

El propósito de la política de cielos abiertos es el de brindar la máxima flexibilidad a los licenciatarios en la operación de sus mismos sistemas para satisfacer las demandas del mercado, sin embargo la FCC evita imponer límites artificiales en algún número de operadores comerciales o de los diversos tipos de servicios que pueden ofrecer. Un ejemplo, en los primeros sistemas satelitales transportaba un gran número de transmisiones de telefonía de tramo largo, a medida de que el cable de fibra óptica ganó el mercado, los licenciatarios de redes satélites cambiaron su enfoque hacia otros servicios como: Servicios de alta velocidad y de vídeo, dichos servicios fueron a nivel nacional como internacional. Al ser más flexible en las regulaciones, permitió un gran crecimiento a pesar de los cambios en las diversas demandas de los clientes. Basándose en la política de cielos abiertos, la FCC autorizo a las

compañías privadas a brindar una amplia gama de servicios satelitales. También se otorgaron licencias para servicios satelitales móviles, servicios directos de difusión, servicios de satélites de sensibilidad remota, incluyendo a los sistemas Geoestacionarios y a los no Geoestacionarios.

La FCC eliminó todas las restricciones regulatorias innecesarias en los casos, y continuamente se encuentra verificando sus normativas y políticas para ofrecer una respuesta a los cambios y desarrollo de la industria satelital.

La FCC procura facilitar la introducción de nuevos servicios para satisfacer las cambiantes necesidades de los clientes, cuyo objetivo es ofrecer más opciones, servicios más innovadores y mejores precios, logrando acomodar la mayor cantidad de sistemas posibles en un servicio particular, la FCC ha procurado ampliar el ingreso y la competencia al mercado satelital.

#### **1.4.5 Autorización de las estaciones espaciales**

El proceso para la asignación de licencias de las estaciones espaciales satelitales se compone de tres pasos: asignar el espectro disponible para los servicios satelitales propuestos desarrollando normas de servicios y la concesión de licencias a los solicitantes calificados. El proceso es activado si los solicitantes presentan una petición para ajustar la asignación de un espectro satelital específico para "X" servicio a prestarse a nivel nacional, ya que si no existe asignación internacional para los servicios, la FCC debe asegurar la asignación apropiada en una Conferencia Mundial de Radio de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

Si el espectro ya ha sido asignado para un servicio en particular, la FCC simplemente acepta las solicitudes de autorización para la prestación de dicho servicio sin llevar a cabo un proceso de asignación.

## **Presentación de formularios/solicitudes**

Las reglas generales de la FCC requieren la presentación de una solicitud por parte de aquellos interesados en prestar servicios satelitales. Las reglas generales de la comisión para la asignación de licencias satelitales se encuentran estipuladas en el Título 47 del Código Federal de Reglamentaciones de los Estados Unidos.

Las solicitudes deben contener cierta información legal, técnica y financiera. Si la aplicación cumple los requisitos para su consideración se realiza un "Aviso al Público" y se solicitan comentarios a propósito de la misma. Una solicitud es considerada aceptable para su presentación si luego de una primera revisión superficial de la misma no existen factores que pudieran desestimar o denegar la solicitud.

Si se aceptan otras solicitudes, la FCC las examinará para determinar si son aceptadas para quedarse. Si lo son se pondrán en aviso público y todas las solicitudes aceptadas para radicación serán consideradas concurrentemente.

En los casos en que la frecuencia de banda no sea asignada para un servicio específico de satélite, una solicitud para la prestación de servicio satelital es, a menudo presentada concurrentemente con el pedido de asignación del espectro.

## **Establecimiento de las Reglas del Servicio**

La FCC, también desarrolla "reglas de servicio" para un servicio a través del proceso de notificación y comentarios. Las reglas de servicio desarrollan los requisitos legales, técnicos o financieros que rigen a todos los prestadores de servicios. Para el desarrollo de dichas reglas la FCC lleva a cabo un proceso de reglamentación donde deben solicitar a los licenciatarios la utilización de tecnología de punta, tales como una frecuencia total de reutilización para el espectro asignado. Las reglas técnicas también están establecidas para evitar interferencias perjudiciales a otras estaciones que compartan la banda o estaciones de bandas adyacentes.

## **Revisión de las solicitudes**

La FCC efectúa la revisión de las solicitudes para determinado servicio sobre la base de las reglas establecidas para dicho servicio y otorga autoridad a los solicitantes que cumplen con las reglamentaciones de servicio de acuerdo a una agenda de fechas de lanzamiento de satélites.

Si el espectro es insuficiente para ubicar a todos los solicitantes calificados, la FCC debe decidir a cual solicitante se le concederá la licencia de entre aquellos que se excluyan mutuamente.

### **1.4.6 Coordinación del sistema satelital**

La coordinación satelital, es un proceso por el cual las administraciones procuran alcanzar una interacción armoniosa de las redes satelitales, de manera tal que la operación de una red satelital no cause o sea sujeto de emisiones de interferencia por sobre un nivel permitido por parte de otra red satelital que se encuentre operando en la misma frecuencia de banda. Las redes involucradas pueden ser nacionales o abarcar también aquellas de otros países. Por lo tanto, la coordinación puede realizarse ya sea sobre una base nacional, regional o internacional.

La coordinación se lleva a cabo entre los operadores según se necesite sin intervención de la FCC. Si se presentaran controversias en el proceso de coordinación, los operadores pueden solicitar a la FCC la resolución de dicha controversia.

### **La necesidad de una Coordinación Satelital Internacional**

El objetivo de la coordinación internacional es permitir a nuevos sistemas satelitales ingresar a la central internacional de satélites.

## **Relación entre la Coordinación Internacional y la Autorización Satelital**

El proceso de autorización de la FCC para los sistemas satelitales se alinea, generalmente, con el proceso de coordinación internacional de la IUT.

Este proceso comienza con la emisión de un "Aviso al Público". Si la banda de frecuencia es una frecuencia compartida con el sistema del gobierno de los Estados Unidos, la solicitud es pre-coordinada por la Administración Nacional de Telecomunicaciones e Información (NTIA). El siguiente paso es el envío de la información de la publicación anticipada a la UIT. El solicitante interesado garantizará a la FCC que se hará cargo de cualquier gasto que devenga de la presentación ante la UIT referente a la recuperación del costo.

A los permisionarios de la FCC se les requerirá que proporcionen información relevante de la coordinación y su participación en el proceso de coordinación internacional. Si fuera necesario, se les solicitará a los licenciatarios que realicen modificaciones de operación en concordancia con los acuerdos de coordinación.

#### **1.4.7 Proceso de coordinación de la UIT**

La coordinación satelital en la que se incluyan sistemas de diferentes países estará regida por las Regulaciones de Radio de la UIT.

La UIT establece procedimientos de coordinación satelital, dichos procedimientos son seguidos por los Estados Unidos y otros países miembros de la UIT. La FCC trata con la UIT y las administraciones de otros países. Los acuerdos realizados entre entidades privadas no cuentan con reconocimiento en el contexto de las regulaciones de radio de UIT, por lo cual no reconocerá oficialmente a una entidad privada su calidad de coordinadora. Una red privada solo puede ser coordinada a través de un miembro de la administración gubernamental.

Según las regulaciones de la UIT un operador satelital debe coordinar su red a través de una administración patrocinante. Sin embargo, el servicio no necesita

ser autorizado a nivel nacional para la coordinación por parte de la administración a patrocinar en nombre de un operador privado.

### **Publicación Anticipada**

La publicación anticipada es llevada a cabo por la UIT, donde la administración de un país somete ante la UIT una publicación anticipada (AP) la cual expone por adelantado las características generales de un sistema satelital, la banda de frecuencia, el tipo de órbita, el área de servicio y la administración responsable.

El proceso debe complementarse y la red satelital entrar en servicio dentro de un período de siete años máximo a partir de la fecha de inicio. Si el satélite no entra en servicio dentro de dicho período, la UIT cancelará los registros de esta red y el proceso de coordinación se dará por finalizado.

En los Estados Unidos, la FCC es la responsable de someter una Publicación Anticipada ante la UIT. La UIT publica dicha información en su circular semanal dirigida a los países miembros, donde los miembros tienen la oportunidad de presentar comentarios sobre el sistema que se ha dado a publicidad, proporcionando información a los miembros acerca de que participantes serán afectados.

### **Requisitos para la coordinación**

En ese paso la administración de un país envía a la UIT información más detallada acerca de la frecuencia particular que será utilizada en el sistema satelital propuesto. Si alguna información referente a preocupaciones de algún país se da a conocer, entonces, la FCC intentará orientar dichos asuntos emitiendo un análisis para demostrar que las potenciales interferencias pueden ser resueltas con ningún o mínimos cambios en el diseño del sistema propuesto. Una vez que el pedido de coordinación es recibido por la UIT, se establece la fecha prioritaria para el sistema de satélite, en dicha fecha se define el orden prioritario que tendrá dicha solicitud relativa a otros sistemas satelitales que están planificados para operar en la misma banda de frecuencia.

La UIT publica la información a través de circulares semanales, de tal forma que las administraciones involucradas en la coordinación reciban el aviso, posteriormente se resolverán dificultades de interferencia, de tal forma se establece una comunicación entre la administración del país que ofrece el servicio y la administración de aquellos que pueden verse afectados. Cabe mencionar que las entidades privadas no tienen contacto directo con los gobiernos o administraciones afectadas, excepto a través de sus administraciones coordinadoras.

### **Notificación del sistema satelital.**

Para la notificación del sistema es importante notificar a la UIT para que sea asentado en el registro maestro, al finalizar el proceso de coordinación, todas las situaciones de interferencias han sido resueltas, el sistema satelital nuevo no deberá interferir con los sistemas ya registrados en el Registro Público de la UIT, así mismo al nuevo sistema le proporciona un reconocimiento internacional y protección a su frecuencia asignada.

### **Reuniones de coordinación**

Las reuniones de coordinación tienen varios objetivos y deben ser reflejados en su agenda ya que incluyen correspondencia y reuniones personales:

1. Identificación de la red que requiere ser coordinada
2. Identificación de la frecuencia del prestador que podría causar o recibir la interferencia por cada red afectada
3. Acuerdo en el método de cálculo y características satelitales, protección de interferencias y características operacionales que serán utilizadas para determinar la severidad de la interferencia potencial
4. Desarrollo de soluciones para la identificación de potenciales interferencias, incluyendo puntos tales como restricciones en el poder de las estaciones terrestres o satelitales, plan de frecuencia de transpondedor, o mejoramientos en el desempeño de las antenas de

estaciones terrestre o satelitales y restricciones de capacidad de las mismas

5. Determinar las áreas de acuerdo y desacuerdo
6. Identificación de futuras acciones de trabajo para el tratamiento de las áreas en desacuerdo.
7. Registro, mediante acta, de todos los acuerdos y desacuerdos alcanzados, y del intercambio de información durante la reunión
8. Acuerdo de notificación a la UIT de todas las redes satelitales en las que se ha efectuado la coordinación.

#### **1.4.8 Conferencias de UIT y reuniones de grupos de estudio**

Las reuniones de Grupos de Estudio de la UIT se ocupan de temas relativos a los espacios compartidos entre los servicios satelitales y entre los sistemas satelitales, así también operaciones terrestres. En las reuniones se adoptan recomendaciones e informes preparatorios a la conferencia, los cuales se utilizan como aporte técnico a la Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones (WRC<sup>11</sup>) y sobre las cuales las administraciones basan sus decisiones. Las recomendaciones de la UIT son utilizadas por la administración de los Estados Unidos y otras administraciones como base técnica para operaciones satelitales y coordinación de satélites.

Las reglamentaciones y recomendaciones de la UIT son frecuentemente utilizadas como base para las normas de servicios en los Estados Unidos para la regulación de los servicios satelitales.

#### **1.4.9 Recuperación de costo y tramitación adecuada-Satelital**

El Departamento de Radiocomunicaciones de la UIT procesa las presentaciones de las administraciones para las redes satelitales. La UIT ha propuesto dos mecanismos para reducir este período de demora: recuperación del costo y tramitación administrativa adecuada. La UIT ha adoptado un enfoque de recuperación de costo que determinará cargos para cubrir los gastos de

---

<sup>11</sup> WRC.- Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones (World Radio Conference)

procesamiento. La UIT también ha adoptado e implementado requisitos de tramitación administrativa adecuada como medida regulatoria para reducir los atrasos en las tramitaciones satelitales.

Esto requiere por parte de las administraciones la notificación a la UIT de que una red satelital ha comenzado a prestar servicios en el tiempo previsto por el marco de regulaciones de radio. Si esto no sucediese dentro del plazo determinado la red puede ser cancelada por la UIT y no ser más incluida en el proceso de coordinación con otras redes satelitales.

#### **1.4.10 Estaciones satelitales terrestre**

##### **Autorización de Estaciones Terrestre**

Una estación satelital terrestre es definida como un complejo de transmisores, receptores y antenas utilizado para enlazar y/o recibir tráfico de comunicaciones (voz, datos y vídeo) a través del espacio para y desde satélites en órbitas satelitales geoestacionarias (GSO) y órbitas satelitales no geoestacionarias (NGSO). Las bandas predominantes para las transmisiones de estaciones terrestres son las Bandas-C, las Bandas-Ku y las Bandas –Ka para servicios satelitales fijos, y las bandas 1.6/2.4 GHz y las Bandas 137-138/148-149.9 MHz para los servicios móviles de satélite.

La normativa correspondiente a las licencias de estaciones terrestres se encuentra comprendida en la parte 25 del Título 47 del Código de Regulaciones Federales. Existen varias clases de estaciones terrestres – Estaciones Terrestres Fijas (transmisoras receptoras), Estaciones terrestres Fijas Temporarias (no permanente, portátiles transmisoras/receptoras), Estaciones Terrestres Fijas (solamente receptoras), Estaciones Terrestres Fijas (Red VSAT12/14 GHz), Estaciones Terrestres de Desarrollo (fijas o fijas temporalmente) y Estaciones Terrestres Móviles (unidades portátiles y unidades montadas en vehículos), estaciones utilizadas para servicios nacionales o internacionales. En los Estados Unidos, las estaciones terrestres son generalmente autorizadas por períodos de

10 años y renovadas por decisión de la FCC, excepto en los casos de Estaciones Terrestres de Desarrollo, cuyas licencias se otorgan por un año.

En los Estados Unidos, para operar una estación terrestre, se deberá obtener primero una licencia de funcionamiento por parte de la FCC, esto de acuerdo a las Reglas y Reglamentaciones de la FCC. Las estaciones terrestres deben complementar ciertos requisitos técnicos antes de poder ser autorizadas.

Estos parámetros técnicos de sistema incluyen: normas de rendimiento de la antena, tamaño de la antena, impacto ambiental (incluyendo estándares de riesgo de radiación), conservación de potencia de la frecuencia de radio, potencia isótropa radiada equivalente (eirp) y densidad de potencia isótropa radiada equivalente, formatos de modulación y altura de la antena. La FCC, también expide licencias únicas que cubren un gran número de estaciones terrestres técnicamente idénticas.

La FCC no limita el número de terminales por cada solicitud pero deben ser solicitadas de manera separada por los interesados. Cualquier modificación a efectuarse en una estación terrestre debe ser autorizada previamente. Se requieren presentaciones por separado en los casos que se solicite una nueva licencia para una estación terrestre transmisora y para efectuar modificaciones en las ya existentes.

En el caso de que no se presenten comentarios adversos, las solicitudes son aceptadas y se expedirán las licencias luego de que sea recibido el pago del cargo correspondiente.

### **Coordinación de Estaciones Terrestres**

El espectro de radio se utiliza en servicios terrestres, inalámbricos como satelitales. Por lo tanto las estaciones satelitales terrestres comparten la misma banda de frecuencia con los sistemas inalámbricos exclusivamente terrestres. En estos casos, las estaciones terrestres están coordinadas con los sistemas terrestres que operan a través de los límites adyacentes.

Si las vías de comunicación no se configuran apropiadamente, el acuerdo de compartir la banda puede ocasionar interferencias.

Dado que el Servicio Fijo Satelital (FSS) y las Estaciones de Servicio Fijo (FS) son ambas Estaciones (fijas) es posible planificar cuidadosamente la ubicación de las estaciones, la dirección de la antena, la potencia de transmisión, frecuencias, etc. De manera tal que no surjan situaciones de interferencia. Con el objeto de cumplir con este objetivo, los parámetros técnicos de todas las estaciones deben ser de conocimiento de todos los operadores que utilicen la frecuencia de banda. Este intercambio de información se lleva a cabo a través de la "coordinación de frecuencias". Cuando las estaciones FSS y FS están ubicadas dentro del mismo país, la coordinación de la frecuencia es un asunto interno.

#### **1.4.11 ITU S9/11 Coordinación de Frecuencias de las Estaciones terrestres**

Cuando se presenta el caso de estaciones FSS y FS que están localizadas próximas una de la otra y a ambos lados de una frontera nacional la coordinación de frecuencia se ilustra en el ámbito internacional. La Reglamentación de Radio de UIT establece un procedimiento detallado (S9/11) para la coordinación de frecuencias internacionales de facilidades de estaciones terrestres entre países vecinos. Dicho procedimiento incluye el trazado de un mapa de "contorno de coordinación" alrededor de cada estación terrestre.

Este contorno de coordinación es la distancia teóricamente extrema en todas las direcciones desde la estación terrestre más allá de la cual la interferencia con otra estación terrestre es imposible. Por lo tanto, la estación terrestre debe ser coordinada en frecuencia solamente con aquellas estaciones terrestres que se encuentren dentro del contorno delineado. La Regla S21 de la Unión Telegráfica Internacional (UTI) brinda la metodología para determinar los contornos de coordinación.

De acuerdo a la S9/11, la coordinación con un país vecino es requerida solamente cuando el contorno de coordinación S21 atraviesa el límite nacional y se extiende dentro del territorio del país vecino. En dichos casos, la administración de un país debe informar a la administración vecina de los parámetros técnicos de la estación terrestre. El formulario de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU<sup>12</sup>) APS4/III, "formulario de Aviso-Estación terrestre" puede ser utilizado para dicho fin.

Este enfoque, es una simplificación del procedimiento S21 de la ITU. Los contornos de coordinación no se trazan para cada estación terrestre. Bajo el acuerdo bilateral, solamente las estaciones terrestres que funcionan entre la línea particular de coordinación y el límite de la frontera son coordinadas con la otra administración. Para aquellas estaciones terrestres sometidas a la coordinación bilateral un subconjunto de parámetros técnicos APS4/III de la UIT para cada estación terrestre es intercambiada por vía electrónica (disquete, correo electrónico). Estados Unidos se ha coordinado con Canadá, bajo este acuerdo bilateral, Estados Unidos posee acuerdos similares con México.

---

<sup>12</sup> UIT o ITU.- Unión Internacional de Telecomunicaciones (International Telecommunications Union)

# Capitulo II

## Sistemas de comunicación moviles por satelite

## **2.1 Sistemas de comunicación móviles por satélite.**

Los sistemas móviles de comunicación se encuentran a una altura de 70 y 1500 Kilómetros sobre la superficie de la tierra, los cuales tienen un segmento espacial y un segmento terreno. El segmento espacial se forma por un satélite y con centro de control, sin embargo el segmento terreno se conforma a través de un conjunto de estaciones terrenas que se comunican entre si haciendo posible la conexión con las redes terrestres.

Los sistemas de comunicación de telefonía al inicio presentaba un inconveniente, que era en el tiempo de recorrido de las señales del punto de emisión al punto de recepción; en ese momento es producido el "efecto de eco". Dicho inconveniente se trato a través de los sistemas terrestres y por satélite, una solución satisfactoria es el uso de canceladores de eco.

Los sistemas terrestres de comunicación más importantes constituyen la infraestructura de redes pública internacionales, las cuales se interconectan entre si permitiendo la comunicación internacional. La comunicación telefónica internacional puede ser a través de una terminal fija o móvil de una red terrestre del servicio público telefónico, o una terminal móvil de una red de servicio móvil de telefonía por satélite. Una terminal móvil es un teléfono celular enlazado a una estación del servicio telefónico celular, en ambos casos la señal de voz de la comunicación llega finalmente a un nodo de servicio internacional, para finalmente ser encaminada por un enlace terrestre o bien por satélite [1].

La tecnología móvil es una de las más conocidas debido al gran avance que ha tenido en los últimos años, básicamente se tienen cuatro tecnologías digitales: DECT<sup>13</sup> (acceso inalámbrico), GSM<sup>14</sup>, TDMA<sup>15</sup> (móviles de segunda generación), UMTS<sup>16</sup> (sistema universal móvil de tercera generación).

---

<sup>13</sup> DECT.- Teléfono inalámbrico digital europeo (Digital European Cordless Telephone).

<sup>14</sup> GSM.- Sistema Global para Móvil (Global System Mobile).

<sup>15</sup> TDMA.- Acceso Múltiple por división de tiempo (Time Division Multiplexing Access).

<sup>16</sup> UMTS.- Red Universal de Telecomunicaciones Móviles (Universal Mobile Telecommunicatios System).

DECT.

Es un sistema inalámbrico, consta de un teléfono móvil, sin embargo permite diferentes terminales los cuales pueden hablar entre ellos. Dicha aplicación no se reduce solo al hogar, si no que existen también para las empresas equipos con dos o más líneas. Su limitación del sistema es su escaso enlace, su función depende de la velocidad a la que el interlocutor se mueva, ya que si excede los 10km/h la recepción y emisión del teléfono decrece [2].

GSM

Al inicio la telefonía celular era analógica, por consiguiente los europeos decidieron crear un estándar común digital y así ser usado en Europa. Para la elaboración de un teléfono móvil que cubriera con las características requeridas estuvo a cargo el Grupo Especial Móvil, teléfono que es usado en la actualidad.

El sistema GSM cuenta con una técnica llamada acceso múltiple, la técnica de acceso de división de tiempo ya que el sistema asigna una frecuencia y ventanas de tiempo diferentes a cada usuario, acceso múltiple por división de frecuencia, así mismo una red de comunicaciones móviles GSM presenta la siguiente estructura

- Estaciones móviles (MS).

Son terminales (Teléfonos Móviles GSM) proporcionan el servicio a los usuarios en el lugar, instante y formato (voz, datos e imágenes), donde cada terminal actúa como emisor o receptor.

- Estación base (BTS).

La estación base, durante la comunicación mantiene un enlace radioeléctrico entre la estación móvil y la estación de servicio (BSC), misma estación suele atender a una o a varias estaciones móviles [2].

- Estaciones de control (BSC).

Las estaciones de control llevan a cabo funciones de gestión y mantenimiento del servicio. Se asignan estaciones base de un sector dentro de un área de cobertura a las estaciones móviles que se encuentran dentro de la misma área.

Así mismo cada estación base debe conocer las estaciones móviles dentro de su área y las visitantes (temporales), de esa forma las estaciones de control logran determinar la posición en cualquier instante y brindarles el servicio requerido.

- Centros de conmutación (MSC).

Los centros de conmutación permiten una conexión entre redes privadas y públicas, también logran conectar estaciones móviles localizadas en "x" área geográfica de la red móvil [2].

## **2.2 Acceso a Internet desde el Móvil (WAP)**

WAP Protocolo de Aplicaciones Inalámbricas (Wireless Applications Protocol), sistema que surge entre la combinación de Internet y comunicaciones móviles, se emplea desde terminales móviles para el control y manejo de llamadas, transmisión de mensajes y acceso a internet [2].

## **2.3 GPRS**

Servicio general de conmutación de paquetes sobre radio (General Packet Radio Service), es una tecnología que permite enviar y recibir información utilizando una red de telefonía móvil [2].

## **2.4 UMTS**

La red Universal de Telecomunicaciones Móviles, conocidos por la segunda generación de telefonía móvil, ya que en la primera generación analógicos. Su limitación es la lentitud para el acceso a Internet, por lo cual se pensaba que permitiera llevar una mayor efectividad hasta 2 Mbits. Lo cual implicaba la combinación de un teléfono en el hogar, en la calle, servicio de mensajes y permitir el acceso a internet, de tal forma la UIT Unidad Internacional de

Telecomunicaciones exigió el desarrollo de un sistema común bajo la denominación de IMT-2000 (International Mobile Telecommunication 2000) [2].

## **2.5 Modelo IMT2000**

La ITU Unión Internacional de Comunicación (International Communication Union) en unión con gobiernos de todo el mundo. Para establecer los parámetros de referencia y el desarrollo de los futuros sistemas de comunicaciones. La estandarización de UMTS es dirigida por el ETSI (Instituto de Estándares de Telecomunicación) [2].

## **2.6 Componente satelital del modelo UMTS/ITM2000 (S-UMTS)**

Son reconocidos como parte integral de la red que brinda una amplia cobertura, facilita el roaming<sup>17</sup> global y una difusión de información, está incluido un componente terreno (T-UMTS) y un componente enfocado en los sistemas satelitales (S-UMTS) con una compatibilidad entre ellos [2].

Se da la necesidad de incorporar los satélites al modelo de la tercera generación, ya que no tiene una reglamentación internacional el cual permita un desarrollo como el componente terrestre, este cuenta con una estandarización internacional. Para superar el contratiempo se desarrollan interfaces de radio las cuales sean compatibles con el componente terreno y se aplique al componente satelital y aprovechar las adyacentes bandas para S-UMTS y UMTS, evitando las terminales duales las cuales son desfavorables en tamaño y costos.

---

<sup>17</sup>

### **Roaming**

En redes inalámbricas, roaming se refiere a la capacidad de cambiar de un área de cobertura a otra sin interrupción en el servicio o pérdida en conectividad. Permite a los usuarios seguir utilizando sus servicios de red inalámbrica cuando viajan fuera de la zona geográfica en la que contrataron el servicio, por ejemplo, permite a los usuarios de teléfonos móviles de España seguir utilizando su móvil cuando viajan a otro país.

Este componente satelital es el elemento que complementa la red terrestre, ofreciendo servicios donde no llegan las redes terrestres. Sin duda el componente terrestre es mas eficiente en servicios interactivos, ya que el satelital esta enfocado a los servicios de multimedia, exigiendo así una mayor interacción entre el usuario, la estación base y el satélite. El componente S-UMTS es empleado para difusión de diferentes servicios de entretenimiento, [control](#) de flotas, [información](#) general, noticias y [estado](#) del [tiempo](#). Lo cual da origen a nuevos sistemas como el sistema Difusión Digital de Multimedia por Satélite (Satellite Digital Multimedia Broadcast S-DMB) que están orientados al mercado punto-multipunto dentro del esquema de tercera generación a través de sistemas GEO de alta potencia que emplean un canal de difusión para un gran número de usuarios.

Es necesaria la distribución asimétrica de datos, si el canal hacia delante requiere de mayor tráfico, es cursado a través de un canal del satélite y el tráfico que se da hacia atrás es cursado hacia la red terrena UMTS. Es una arquitectura por medio de la cual se pueden utilizar mejor los recursos de radio del componente terreno al haber demasiada demanda.

Hay un canal de retorno móvil que es directo al satélite, solo es considerado en caso de no haber cobertura por parte del componente terreno, esto es solo cuando la terminal debe transmitir con mayor potencia a lo habitual logrando una comunicación perfecta y exitosa. Al hacer esto las baterías duran menos, optando por el desarrollo de nuevas tecnologías de interfaz de radio obteniendo un buen consumo de potencia del terminal y manteniendo la tasa de transmisión en rangos favorables.

Las diferentes constelaciones de satélites incorporados al diseño S-UMTS son LEO, MEO y GEO según el tipo de servicio. Los servicios que son de alta velocidad son adaptables a equipos que no son móviles y a antenas activas altamente directivas, dando como solución los sistemas geoestacionarios; sin

embargo es todo lo contrario para servicios con tasas de transmisión inferiores ya que estos suelen utilizar orbitas no geoestacionaria.

## **2.7 Limitaciones del componente satelital**

**Estas son las limitaciones del componente satelital**

- 1. Características del medio de propagación**
- 2. Efecto Dopler.**
- 3. Diversidad de satélites**
- 4. Control de potencia**
- 5. Canales piloto**
- 6. Modulaciones Digitales**
- 7. Asignación de recursos**

### **Características del Medio de Propagación**

La señal radioeléctrica que va o sale del satélite afectan en gran proporción los sistemas GEO, se debe a la distancia que hay entre terminales y satélites en la órbita, de tal forma las comunicaciones móviles exigen condición de línea de vista para mantener velocidades adecuadas, sin usar el multitrayecto como mecanismo para ofrecer servicios ya que no tendrían la potencia suficiente aunque utilizaran receptores, antenas y amplificadores.

### **Efecto Dopler**

El efecto Dopler Consiste en un aumento o disminución de frecuencia enviada o recibida ocasionado por el desplazamiento entre transmisor y receptor. Esta acción es corregida en el segmento terreno ya que la velocidad y posición de cada satélite es conocida, después se predice mediante el procesamiento que de exploración alrededor de la frecuencia, el cual es alrededor de la frecuencia estimada antes de establecer comunicación. No afecta a satélites en órbita Geosincrónica ya que permanecen estáticos.

### **Diversidad de Satélites**

Es cuando los sistemas de orbita no Geosincrónicas permiten que un usuario observe varios satélites en un momento, evitando el bloqueo de señal y permitiendo una cambio de satélite si el usuario lo desea, esto hace relación con el ángulo de elevación y con una cierta cantidad de satélites visibles, la ventaja es mayor para los sistemas no Geosincrónicos por sus constelaciones que le ofrecen dependiendo su posición entre uno y tres satélites, sin embargo los GEO solo le permiten ver uno a la vez.

### **Control de potencia**

Es una capacidad de los sistemas S-WCDMA los cuales poseen un control de potencia y así evitan desperdiciarla por el lado de usuario y proteger la capacidad de su sistema, esto es una ventaja muy notable para las constelaciones LEO, debidas que el desvanecimiento y perdida de propagación se dan debido al movimiento del satélite y del mismo usuario.

### **Canales piloto**

Estos canales son muy útiles para los enlaces de subida y de bajada, en el primer caso son recorridos para mitigar el efecto Doppler, puede usarse este canal para detección coherente, se ajustan los niveles de potencia para un canal de retorno "(control de lazo abierto)", si incluyen símbolos pilotos multiplexados en el dominio de tiempo "(time-domain multiplexing of pilot symbols TDMP)" con intervalos preasignados, soportarían antenas adaptativas, en el segundo caso, los canales piloto en el canal de subida son relacionados con información de señalización.

### **Modulaciones digitales**

Los avances obtenidos en los esquemas de modulación permite enviar bits de información por cada hertz en un ancho de banda disponible, esto se hace aumentando la eficiencia espectral, expresada como la relación que hay entre la capacidad del canal y el ancho de banda en unidades de bits/hertz. Los

estados de amplitud sufren distorsiones y por consiguiente son confundidos con otros o no son detectados, ya que los sistemas satelitales tienen una dificultad la cual recae en los sistemas Geosíncronicos ya que el medio de transmisión es muy hostil, por tal motivo se proponen esquemas para la industria satelital enfocados a la interfaz de radio y son: QPSK, BPSK y dual-BPSK.

### **Asignación de recursos**

La asignación de recursos del espectro radioeléctrico está puesta sobre tres consideraciones. La primera, evita un rehusó frecuencia entre los satélites usando sistemas combinados FDMA<sup>18</sup>, disminuyendo la interferencia entre satélites mediante un ancho de banda subutilizado.

La segunda propuesta, marca un rehusó de frecuencia en haces del satélite, de esa manera aumenta la eficiencia usando el ancho de banda; si no adoptan transmisiones ortogonales incrementaría la interferencia aun en haces del mismo satélite.

La tercera propuesta, hay un rehusó de frecuencia entre haces del satélite con diversidad permanente de satélite, siendo esto lo contrario de la segunda propuesta. Indicando que estas propuestas dependerán de acuerdo al servicio que se requiera, solo deja un resultado: La complejidad del diseño de recursos radioeléctricos [3].

---

<sup>18</sup> FDMA.- Frequency Division Multiplexing Access, Acceso múltiple por distribución de frecuencias.

# Capitulo III

Análisis de la

tecnología VSAT

(Very Small Aperture Terminals)

### 3.1 Tecnología satelital VSAT Terminal de apertura muy pequeña (Very Small Aperture Terminal)

Una tecnología satelital que destaca entre otras es la tecnología VSAT<sup>19</sup> debido a su forma de realizar la emisión y transmisión de datos de información, audio, video, y la seguridad para proteger la información que se maneja. Los sistemas VSAT presentan una configuración de estrella, es decir cuentan con una estación maestra (HUB), mediante la cual envía la señal hacia el satélite, posteriormente el satélite retransmite a la estación maestra. Para que la señal pueda llegar a las terminales que tienen una antena muy pequeña el enlace ascendente de la estación maestra tienen que emitirse con mayor potencia, por otro lado el enlace descendente que proviene de las terminales pequeñas puede presentar una potencia muy baja, es por eso la necesidad de una gran antena como centro de las comunicaciones en la red.

Ya que la estación es demasiado cara, es compartida entre distintas redes VSAT de diferentes usuarios, así mismo existen estaciones muy pequeñas (minihubs) para usuarios individuales como se observa en al Figura 3.1.a [2].

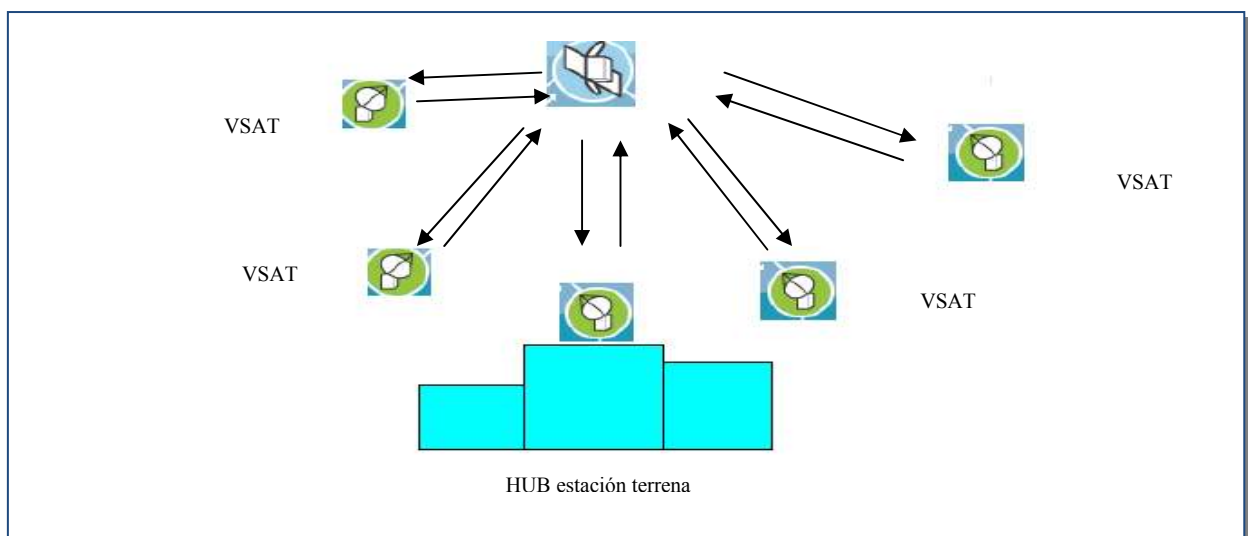


Figura 3.1.a Sistemas de comunicación (VSAT) por satélite.

<sup>19</sup> VSAT.- Sistemas de comunicación con un acceso directo al satélite que transmite información entre terminales de una misma organización dispersa de un área geográfica amplia, o prestar servicios públicos.

Su configuración y topología permite transparencia en la propagación de información entre la Terminal central (HUB) en la cual se comparten recursos a los demás ordenadores (PC's) que se encuentran conectadas con el sistema, ya que la transmisión de datos es bidireccional e interactiva asegurando la privacidad que requiere la información.

Sin embargo, al establecer una comunicación entre dos estaciones, dicha información tiene que ser mediada por la estación maestra (HUB), para solventar la situación se utilizan redes en malla las cuales no requieren de una estación maestra, se muestra en la Figura 3.1.b la utilización de la topología en malla [2].

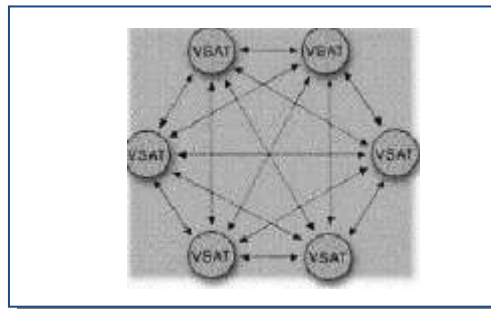


Figura 3.1.b Sistemas de comunicación (VSAT) por satélite con topología malla.

Esta tecnología provee a cada empresa o usuario sistemas cuya finalidad es la transferencia de datos y multimedia entre terminales remotas. La tecnología VSAT esta diseñada para solventar las necesidades de comunicación y telecomunicación que necesita cada empresa, inversionistas, usuario o sistema de investigación como: militares, meteorólogos, astrónomos, etc [2].

### **3.2 Componentes de una terminal VSAT.**

Los componentes de una terminal VSAT son: Antena parabólica y el LNB (Low Noise Block o amplificador y convertidor en bajo ruido), los cuales forman la parte exterior; la unidad interior (receptor de señal) consta de moduladores demoduladores, el codificador y los puertos de conexión a los usuarios [2].

Antena parabólica.

El diámetro de la antena parabólica depende del nivel de señal de acuerdo al lugar así mismo unido a la potencia de emisión del satélite, la banda de frecuencia a la cual trabaja y la órbita a la que se encuentre. De esta forma se comprende entre 0.5 y 3 metros el tamaño de la antena.

Amplificador/convertidor de bajo ruido.

El amplificador/convertidor de ruido amplifica la energía electromagnética que es captada por la antena, dicha energía es muy baja, de esa forma se mantiene un control el nivel de ruido, así mismo se emplean elementos de estado sólido para tener una relación señal/ruido alta.

Receptor de señal.

El receptor solo recibe la señal que proviene del amplificador/convertidor, posteriormente la misma señal es tratada para producir otro tipo de señal la cual llegue y se haga presente en el equipo del usuario final. Los servicios que se brindan a través de estos sistemas suelen ser muy variados y amplios.

HISPASAT es un sistema satelital que soporta un gran número de redes VSAT en Europa; un gran número de redes y terminales VSAT operan a través de este sistema HISPASAT [2].

Los sistemas VSAT son utilizados en aplicaciones como:

1. Redes interactivas de datos para aplicaciones financieras
2. Terminales Punto de Venta
3. Redes de distribución comercial

4. Redes de servicios públicos: Gas, agua, electricidad, etc.
5. Sistemas SCADA para supervisión de infraestructuras, medio ambiente, seguridad [2].

### **3.3 Características de las redes VSAT.**

- Redes interactivas de datos para aplicaciones financieras
- Terminales Punto de Venta
- Redes de distribución comercial
- Redes de servicios públicos: Gas, agua, electricidad, etc.
- Sistemas SCADA para supervisión de infraestructuras, medio ambiente, seguridad, etc.

### **3.4 Ventajas de las redes VSAT**

Las redes VSAT tienen ciertas ventajas debido a la transmisión del satélite, la topología y diseño, sus ventajas son:

- La red es fácilmente ampliable frente a redes terrestres que requieren obras de infraestructura para incorporar nuevos nodos.
- Los terminales son reubicables fácilmente.
- Baja potencia de emisión ya que la antena es de pequeña dimensión lo que se traduce en un bajo costo por terminal (nodo de la red).
- Velocidades similares a las ofertadas por otras redes.
- Actualmente la expansión de las redes vía satélite permiten la incorporación de servicios no incorporados en redes terrestres como teleconferencia interactiva y TVC a larga distancia.
- Posibilidad de establecer enlaces asimétricos (VSAT a HUB: baja velocidad; HUB A VSAT: alta velocidad) mientras que en redes terrestres se establecen enlaces simétricos con lo que el usuario paga por algo que quizás este infrutilizando.
- El proveedor del segmento de satélite garantiza unos precios estables mientras que los precios de los redes de datos terrestres fluctúan mucho.

### 3.5 Enlaces VSAT

El Enlace VSAT fue diseñado debido a la arquitectura que maneja, la cual al tener un HUB central controla el uso de la red por terminales, así mismo los enlaces VSAT utilizan dos tipos de señales que son: Inbound y la Outbond.

La señal Inbound utiliza el acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), sin embargo la señal Outbond utiliza el multiplexión por división en el tiempo (TDM) [5].

Es importante señalar que la red es controlada por Network Control Center (NCC) ubicado en el HUB, el NCC contiene una base de datos (BD) de las terminales, así que si se requiere de agregar una terminal más esta debe ser agregada en la BD. Por otro lado el HUB contiene demasiados subsistemas que forman los sistemas, estos son controlados por un switchcover, en la estación remota el motivo es reducir el costo al máximo y facilitar la instalación en cantidad [5].

### 3.6 Simulación de una red satelital VSAT

Se muestra una simulación de una red satelital empleada en España y de la importancia de su estudio así como su previsión basada en sistemas VSAT [9].

La simulación fue en un entorno llamado **BONES** el cual trabaja en forma grafica, construyeron la red como una interconexión de bloques. Dicha empresa de gran importancia usa la red para telemando de oleoductos, utilizan un HUB o centro de la red denominado **Dispatching de Oleoductos** el cual esta ubicado en Madrid y de la siguiente forma las terminales VSAT son distribuidas por todo el territorio, el recurso material que utilizaron es el que se muestra en la siguiente Figura 3.6.a muestra las estaciones terrestres centrales como es el HUB, las antenas terrestres VSAT son esparcidas por el territorio para comunicarse con el satélite y la estación central y viceversa.

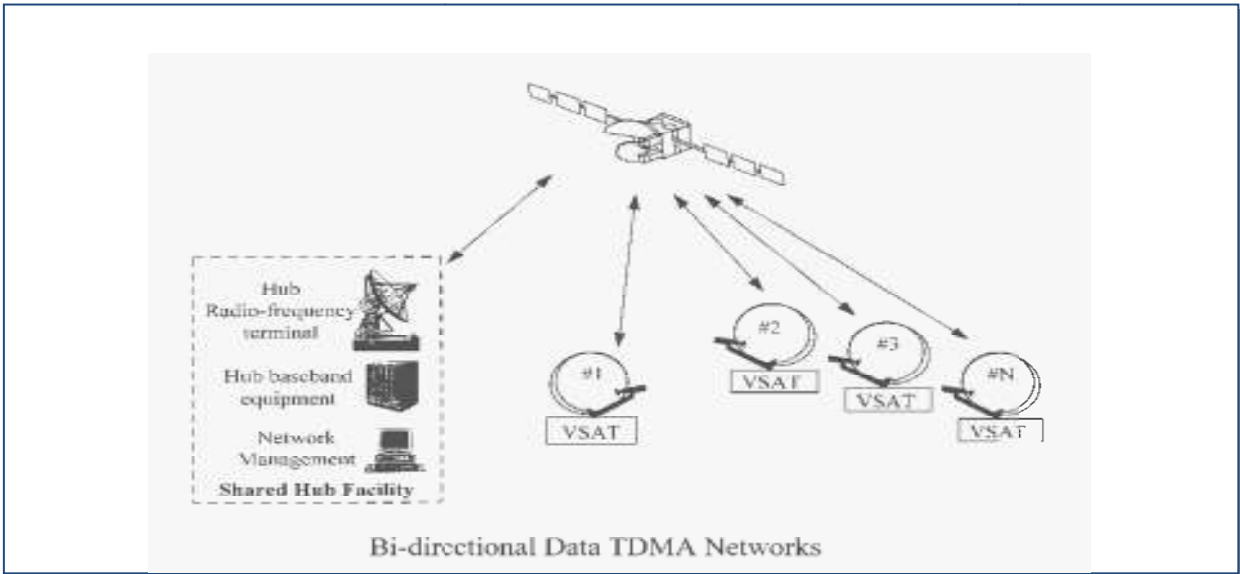


Figura 3.6.a Utilización del HUB Y las terminales.

Realizaron la simulación de métodos que dan acceso al satélite TDM y Aloha su uso es exclusivamente para estaciones rápidas así como para un gran número de terminales. El sistema TDM, empezó presentando gráficas las cuales detallaban los retardos de tráfico y las causas de esos tiempos de retardo. Presentaron los métodos que de una forma que mejoran visiblemente el tiempo de respuesta, la sincronización de tráfico uniforme pertenece a uno de esos métodos, en la Figura 3.6.b presenta una pantalla, la cual indica los retardos obtenidos y la causa [9].

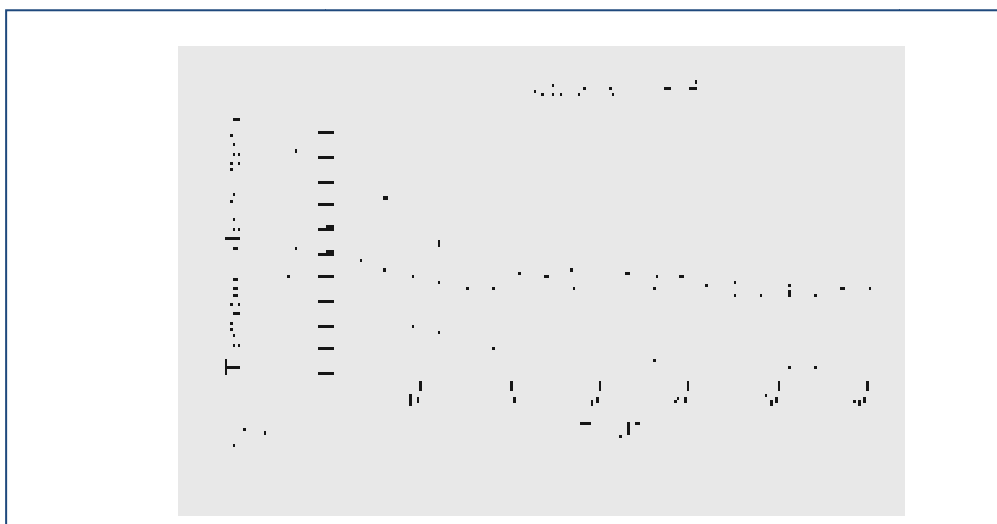


Figura 3.6.b Muestra de los retardos obtenidos.

### **3.7 Servicios de las diferentes compañías satelitales.**

Después de una gran revolución de comunicaciones a niveles enormes y con los avances tecnológicos que marcaron una pauta en la historia de la telecomunicaciones, el uso de la redes satelitales da origen a una serie de compañías las cuales ofrecieron a grandes, medianas y pequeñas empresas así como al usuario final mismo una amplia gama de servicios, de acuerdo al tipo de servicio que requiere según sus necesidades.

#### **Compañías de telecomunicaciones.**

Entre los diversos servicios que ofrecen las compañías que más destacan son: Compañías fabricantes de equipos de telecomunicaciones (Tanto en televisión, teléfono, seguridad e internet):

- AT&T (Telefonía fija y móvil, Internet, Televisión)
- Alcatel-Lucent (Teléfono e Internet)
- Cisco Systems (Internet)
- Ericsson (Teléfono móvil)
- Gemtel (Telefonía, internet).
- Motorola (Teléfono móvil)
- Nokia Siemens Networks (Teléfono móvil)
- Nortel (Teléfono e Internet)
- Telmex (Teléfono e Internet)
- Andinatel, Pacifictel (Teléfono e Internet)
- Marcatel (Teléfono)
- CANTV (Teléfono + Internet)
- Megacable (Teléfono + Televisión por Cable + Internet)

Cabe destacar la presencia de la compañía Cytel Networks S.A. de C. V, desarrolla sistemas de telecomunicaciones para la seguridad privada, enfocado a casas, autos así como bienes de sector industrial. [10]

## V-SAT

La tecnología VSAT se hace presente a través de servicios de comunicación (Voz, datos, telefonía) e internet (Multimedia, video conferencias, transacciones, datos) y son:

Servicios de comunicaciones son:

Canal Satelital

Líneas dedicadas

Redes satelitales

Telefonía Satelital

Transmisión de datos

Servicios de Internet

Beepers

Correo Electrónico

Navegación

Roaming

Comercio Electrónico

Entre otros servicios se encuentran compañías que brindan sistemas satelitales solares, sistemas basados en telemetría y biometría.

# Capitulo IV

# Conclusión

Las redes satelitales son el avance tecnológico de comunicación más grande obtenido en el transcurso del tiempo. Las redes satelitales han tenido gran impacto a nivel mundial, transformando radicalmente la forma de comunicarse, logrando romper con las limitaciones que al inicio se presentaban, esto permitió el desarrollo de grandes proyectos. Un ejemplo del cual se puede describir fácilmente fue el de transformar una simple terminal de telefonía, la cual lograba transmitir a otra terminal información de voz conocida como telefonía móvil, sin embargo hoy día el concepto de telefonía móvil se convirtió en una terminal que presenta opciones y servicios múltiples a empresas grandes, medianas o chicas, hasta llegar al usuario final y satisfacer las necesidades requeridas por el mercado de la información.

Una herramienta que es indispensable y utilizada tanto en sectores de nivel empresarial, como gubernamentales, de investigación científica, educación y usuarios finales es el internet que a través de la tecnología satelital se logra tener acceso desde cualquier punto de los diferentes continentes y en lugares donde las redes terrestres no logran estar presentes. Es muy importante conocer los servicios que se brindan a través de las redes satelitales como son: servicios de radiodifusión, televisión por cable, televisión directa, televisión para negocio; esta se lleva a cabo a través de video enlazando oficina central a oficinas distantes, educación a distancia, internet marítimo, sistemas de rastreo, mapas de ubicación (GPS), sistemas de seguridad satelital, haciendo de la tecnología una forma de vida. Para llegar a todo lo que hoy utilizamos día con día, lo cual revolucionó el mundo de las telecomunicaciones fue el utilizar la tecnología satelital en los diferentes campos laborales, empresariales y científicos para conocer las desventajas que se tenían, como la pérdida de tiempo que tardaba al transmitir la información, interferencias entre las señales transmitidas del satélite a las estaciones terrenas y terminales; en ocasiones las señales enviadas o recibidas eran tan débiles que provocaban distorsión en la información transmitida, causado por cambios en el clima en especial por lluvia, nieve y manchas solares. Esto provocó que varias compañías enfocadas en la

comunicación satelital realizaran mejoras en su tecnología en un aspecto físico y en los mismos sistemas de comunicación satelital, tomando en cuenta que los avances tecnológicos, informáticos y la comunicación son el futuro de nuevas tecnologías satelitales que llevan a la creación de sistemas satelitales enormes con múltiples servicios a través de una terminal móvil o fija, inclusive a través de un vehículo e ingresar al servicio requerido como Internet, sistema de rastreo GPS, televisión satelital, transacciones bancarias, radiofrecuencia.

Mediante este tema de investigación la propuesta que se ofrece es utilizar la tecnología satelital como un medio y forma de seguridad en sus diferentes sectores para nuestro país, sin embargo algo inicial sería el ser utilizado e implementado en nuestro estado de Puebla. Es importante contar con los permisos requeridos y el hacer equipo con los miembros de seguridad pública y privada. Por ejemplo colocar cámaras con sensores sensibles al movimiento en las principales avenidas de la ciudad y en algunas zonas donde se hayan presentado algún tipo de movimiento criminal, si al producirse un movimiento de inseguridad, robos, autos en exceso de velocidad sean captados por las cámaras y envíen la información a la estación maestra para posteriormente sean las unidades de seguridad pública (Policía) más cercanos al incidente que se presenta proporcionando un registro del evento ocurrido, de tal forma que los cuerpos de seguridad tomen las precauciones debidas así como la información necesaria sobre las calles donde se logren interceptar al vehículo en exceso de velocidad, robo o a los responsables de algún acto delictivo a través de un sistema de posicionamiento con la ayuda de la tecnología satelital y reducir en gran porcentaje los lugares con mayor índice delictivo.

## **Glosario**

AT&T.- Compañía telefónica y Telegráfica americana

Banda base.- Gama de frecuencias de la señal destinada a modular una portadora.

Canal.- Conjunto de dispositivos, artefactos utilizados en la transmisión y medios de propagación que proporcionan la posibilidad de encauzar señales de información en cierta porción del espectro de frecuencias, transpondedor del satélite.

CDMA.- Código de división de múltiple acceso

CU.- Unidades de Canales.

Datos.- Los datos suelen ser expresados a través de números, conceptos representados en forma convencional no literaria. Par su transmisión a través de telecomunicación, datos que se representa por medio de señales, en código binario.

FCC.-Comisión Federal de Comunicaciones

FDM.- Multiplexión por división de frecuencia.

GSO.-Sistema de Órbita Geoestacionaria.

GSO.-Sistema de Órbita no Geoestacionaria.

GSM (Global System for Móviles).- Estándar pan- Europeo, creado por la CEPT (Conference Européenne des Postes et Telecommunications) y emplea el estándar ETSI en las bandas de 900, 1.800 y 1.900 MHz.

GPRS (Graphical User Interface).- Servicio general por paquetes, una mejora de las redes GSM que permite la transmisión de paquetes de datos de una velocidad hasta de 115 kbit/s.

HUB.- Dispositivo de red central, empleado para la interconexión de distintos tipos de cables y de arquitectura puede ser activo o pasivo, estación terrena que realiza una función coordinadora.

Hardware.- Palabra inglesa quincallería y por extensión todo lo que es material dentro de informática y telecomunicaciones, mediante este nombre se designa al ordenar, los equipos o partes de estos, aplicable a todo elemento físico.

Intelsat (International Telecom. Satellite Organization).- Organización internacional de comunicaciones por satélite.

Internet.- Nombre de la red internacional más grande conecta todos los nodos ubicados alrededor de los diferentes continentes, es abierta a universidades, organismos de investigación públicos y privados, industrias, empresas y usuarios particulares.

LNB.- Convertidor / reproductor de bajo ruido, es una combinación de bajo ruido (ABR) con un convertidor reproductor (C/R) el cual abarca toda una banda.

Mensaje.- Conjunto de caracteres y sucesión de elementos de elementos binarios de control como un todo, desde un emisor hasta un receptor.

Modulación.- Variación en el tiempo de ciertas características (amplitud, frecuencia o fase) de una señal eléctrica, portadora con forme a la señal que se desea transmitir.

Multimedia.- Procedimiento y manera interactiva de información que provienen de distintas fuentes: voz, datos e imagen, para transportar la información multimedia se requiere de redes de banda ancha.

Onda.- Oscilación periódica que se define por su amplitud, fase y frecuencia.

Portadora.- Onda de radio, en general de una frecuencia fija, que es modulada por la señal de información a fin de transportar a esta.

Protocolo.- Conjunto de reglas que regula la comunicación, establecimiento, cancelación entre los distintos dispositivos de una red o un sistema.

Radiodifusión (Broadcast).- Servicio de radio a comunicación cuyas emisiones se destinan para ser recibidas por el público en general, dicho servicio abarca emisiones sonoras de televisión u otro género va del organismo al público en general y no tiene retorno, no existe un interlocutor.

Repetidor.- Dispositivo que recibe una señal y la amplifica o regenera para su transmisión a igual o distinta frecuencia o velocidad, usado para extender la longitud, cobertura topología o conectividad del medio de transmisión

Router.- Es un dispositivo que permite la conexión a internet, nodo cuya función es orientar el tráfico del red hacia los nodos de destino continuando con la ruta más apropiada, para operar a nivel de red depende del protocolo.

Ruido (Noise).- El ruido es a través de un circuito o cable, es una señal extraña que interfiere con la señal presente (Información) y disminuye la correcta recepción de la misma.

Señal.- Es representada a través de de sonidos, texto imágenes, datos o mandos para la activación d dispositivos, sus características son propias para su recepción o percepción en sitios distantes. Para recuperar, reconocer y

utilizar la información transmitida, es necesaria transformar la señal en el punto de recepción para su interpretación por convención o convertir la señal de forma automática para una fácil recepción, interpretación y utilización.

Software.- Es el sistema que se utiliza para poder realizar las consultas de forma grafica.

Sondeo.- Control de terminales en una red multipunto, donde cada terminal es interrogada por turno y así conocer su posición para transmitir o recibir.

Tercera generación (3G). Nueva generación de telefónica móviles. El servicio no estará limitado a las comunicaciones de voz y los servicios de valor añadido, SMS o Internet vía WAP.

TDM.- Multiplexión por división de tiempo.

Licenciatarario.- Persona física la cual presenta el conocimiento y las reglas para operar tecnología satelital.

UIT o ITU.- Unión Internacional de Telecomunicaciones (International Telecommunications Union)

UMTS.- (Universal Mobile Telecommunication System) Sistema universal de telecomunicaciones móviles que reúnen todos los servicios actuales mediante las funciones de red inteligente.

UTI.- Unión Telegráfica Internacional.

VSAT.- (Very Small Aperture Terminal) Denominaciones de las comunicaciones por satélite que emplean terminales con un antena parabólica de dimensiones muy reducidas.

WAP.- (Wireless Application Protocol) Protocolo de Aplicación de Telefonía Inalámbrica que permite a los usuarios de teléfonos móviles un acceso rápido e interactivo a los contenidos de la red Internet.

WRC.-Conferencias Mundiales de Radiocomunicación.

## Bibliografía

- [1] Comunicación por Satélite  
Carlos Rosado  
Editorial LIMUSA, NORIGA EDITORES
  
- [2] Manual de telecomunicaciones  
José M. Huidobro  
Editorial Alfaomega Ra-MA
  
- [3] Redes de Telecomunicaciones: Protocolos, modelo y análisis.  
Mischa Schwartz.  
Addison-Wesley Ibero Americana.
  
- [4] [http://www.agenciaespacial.cl/files/SCS01%20Origen 20e%20Historia.pdf](http://www.agenciaespacial.cl/files/SCS01%20Origen%20e%20Historia.pdf)
- [5] [http://materias.fi.uba.ar/6679/apuntes/Redes\\_Satelitales\\_v2.pdf](http://materias.fi.uba.ar/6679/apuntes/Redes_Satelitales_v2.pdf)
- [6] <http://www.hispasat.com/Detail.aspx?SectionsId=147&lang=es>
- [7] <http://www.cem.itesm.mx/dacs/publicaciones/logos/anteriores/n16/satelites16.html>
- [8] [http://www.universum.unam.mx/eq\\_tec\\_03.html](http://www.universum.unam.mx/eq_tec_03.html)
- [9] <http://www.gr.ssr.upm.es/publicaciones/ursi93-vsats.htm>
- [10] <http://www.hispasat.com/Detail.aspx?SectionsId=147&lang=es>
- [11] [http://www.rastreovehicular.com/cuanto\\_vale.html](http://www.rastreovehicular.com/cuanto_vale.html)