

11126  
17



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUATITLAN**

**COMUNICACIONES  
ESTACIONES TERRENAS**

**TRABAJO DE SEMINARIO**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**P R E S E N T A :**

**OSWALDO | CÓPORO PUERTO**

**ASESOR: ING. JUAN GONZALEZ VEGA**

**CUATITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO 2003**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

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



ESTADOS UNIDOS MEXICANOS  
INSTITUTO NACIONAL  
DE ESTADÍSTICA Y CENSO

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLAN

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

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

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

Comunicaciones

Estaciones Terrenas

que presenta el pasante Oswaldo Cópore Puerto  
con número de cuenta: 9040383 - 7 para obtener el título de  
Ingeniero Mecánico Electricista

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

**A T E N T A M E N T E**  
**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 31 de Enero de 2003

MODULO

PROFESOR

FIRMA

II

Ing. Jorge Ramirez Rodríguez

III

Ing. Maricela Serrano Fragoso

IV

Ing. Juan Gonzalez Vega

## DEDICATORIAS

### A DIOS

*Por su infinita bondad, por dejarme vivir hasta este día, con amor para ti Señor.*

*A mis Padres: Inocente Cóporo Ramírez y Carmela Puerto Maya.*

*A ti Papa: La base, mi fuerza, con mi admiración y respeto tú siempre seras para mi el mejor "Ingeniero del mundo". Te amo.*

*A ti Mama: El Misticismo, mi esperanza, el amor eterno. Ni con todo mi amor podría pagarte todo lo que has hecho por mi. Te Amo, te quiero, te extraño.*

*A mis hermanas: Carmen y Angelica. Mi Sangre, mis columnas. No hubiera logrado nada sin ustedes, por todo el soporte durante todos estos años las amo.*

*Mayra Yasmin Torres Cardenas*

*El Milagro hecho. Alguna ves pensaste encontrar a un ser maravilloso en el momento mas obscuro de tu alma, darte su mano, creer en ti y ayudarte a ponerte en pie una ves mas?... si asi es, ... Eres tu. "Mi Fuerza "Espiritual", mi impulso, mi ilusión. Con todo mi amor para ti SW.*

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

*A Mis Hermanos:*

No tengo palabras para expresarles todo mi amor, todo mi cariño. Hemos pasado muchas cosas juntos, tantas aventuras, tristezas, momentos felices. Siento nostalgia al pensar que no siempre estaremos juntos, pero se que los llevo en mi corazón para siempre y eso me hace sonreír. Llevarme las manos al corazón y seguir... Gracias a cada uno de ustedes. Mis increíbles Amigos.

Eduardo Mata, Alfredo Reyes, Miriam Gomez, Miguel Galicia, Patricia Navarro, Gabriela Muro, Alberto Leon, Daniel Torres, Martha Domínguez, Saul Meza, Juan Pablo Meneses, Vanessa, Isaias Gonzalez, Gustavo Sanchez, Mariela Bernal, Zazil Martínez, Israel Sanchez, Daniel Barrera, Mary C. Urrutia, Carlos Andrade, Fernando Salazar, Yolanda Reyes, Araceli Flores, Teodoro y Catalina Sibaja, mi abuelita "Conchita", Verónica Sanchez, Lorena Torres, Beatriz Padilla, Verónica Estrada.

Gracias a la Familia Gomez Lovera: Por todo su ayuda, su cariño incondicional: Luis Roberto, Nadia, Karina, Rocío, Sr. Gumersindo y Sra. Emelia.

Gracias a la Familia Torres Cardenas: Por recibirme en su casa, por todo su apoyo y amor, así como dejarme ser uno mas de ustedes. Sr. Joaquín y Sra. Lupita.

Gracias a todos mis compañeros de Vitacom de México, por la valiosa retroalimentación y consejo.

Gracias a mis profesores de la FES Cuatitlan, por su acertada guía, por todas sus enseñanzas, su incansable dedicación y paciencia para conmigo.

Guarda a tu amigo bajo la llave de tu propia vida.

William Shakespeare

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INDICE

<b>Introducción</b>	<b>2</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN A UN SISTEMA SATELITAL.</b>	<b>3</b>
1.1 Antecedentes.	4
1.2 Espectro electromagnético.	11
1.3 Banda de frecuencia.	12
1.4 Sistema Satelital Básico.	13
1.5 Transponder.	17
<b>2. TECNICAS DE ACCESO AL SATELITE.</b>	<b>21</b>
2.1 Multiplexado FDM, TDM.	25
2.2 Técnica de acceso FDMA.	28
2.3 Técnica de acceso TDMA.	31
<b>3. CARACTERISTICAS DE ANTENAS.</b>	<b>34</b>
3.1 El Espacio Terreno.	35
3.2 Onda Electromagnética	36
3.3 Polarización.	37
3.4 Tipos de Antenas.	39
<b>4. ESTACIÓN TERRENA.</b>	<b>46</b>
4.1 ¿Que es una estación terrena?	47
4.2 Sistema de transmisión.	49
4.3 Amplificador.	50
4.4 LNA, LNB.	52
4.5 Convertidor.	54
4.6 Modulación/Demodulación.	55
4.7 Interfaces.	57
4.8 Equipo de multiplexado.	58
4.9 Control de monitoreo.	58
<b>5. CASO PRÁCTICO.</b>	<b>61</b>
5.1 Requerimiento.	62
5.2 Inspección de sitio/Estudio de interferencia.	63
5.3 Puesta en operación.	64
5.4 Apuntamiento.	66
5.5 Pruebas y aceptación.	66
5.6 Mantenimiento.	69
<b>Conclusiones</b>	<b>73</b>
<b>Anexos.</b>	<b>74</b>
<b>Glosario.</b>	<b>76</b>
<b>Bibliografía.</b>	<b>80</b>

## **Introducción.**

Este trabajo habla sobre los fundamentos de la comunicación vía satélite, dividido en 4 capítulos y un caso práctico. Está dedicado para aquellas personas interesadas en la comunicación satelital y está apoyada en varios gráficos haciendo más comprensible su contenido.

En el capítulo 1 Introducción a un sistema satelital, hablaremos de los antecedentes de las telecomunicaciones, el espectro electromagnético, el sistema satelital básico así como el transpondedor.

En el capítulo 2 Técnicas de acceso, se explicarán las características de las técnicas FDMA Y TDMA sin descartar el multiplexado FDM y TDM.

En el capítulo 3 Características de Antenas. Se hablará de los tipos y características fundamentales de las antenas más conocidas, la onda electromagnética, la longitud de onda, la polarización y el espacio terreno.

En el capítulo 4 Estación terrena, ya cubiertos los temas anteriores nos enfocaremos en sus componentes basados en la cadena de transmisión y recepción, su control y monitoreo.

Finalmente en el capítulo 5, veremos un caso práctico en base a los requerimientos del cliente, tomando como base los temas anteriores, su estudio de sitio e interferencia, la puesta en operación, pruebas y aceptación, control, monitoreo y mantenimiento.

---

---

***1. INTRODUCCIÓN A UN  
SISTEMA SATELITAL***



## **Definición de las telecomunicaciones**

En sentido amplio las telecomunicaciones comprenden los medios para transmitir, emitir o recibir, signos, señales, escritos, imágenes fijas o en movimiento, sonidos o datos de cualquier naturaleza, entre dos o más puntos geográficos a cualquier distancia a través de cables, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos.

El concepto se utiliza indistintamente como sinónimo de transmisión de datos, de radiodifusión, de comunicación de voz y también se le identifica con algunos componentes de la industria de entretenimiento.

## **Telecomunicaciones**

El término telecomunicaciones se ha adoptado para incluir a sistemas de comunicación alámbricos e inalámbricos, en uno o más direcciones, donde queda incluido el término radiodifusión.

El concepto telecomunicaciones se ha enriquecido por la emergencia de medios interactivos como la misma telefonía, computación, televisión y televisión por cable. La televisión por cable, por ejemplo, permite a los espectadores hablar electrónicamente a su aparato de televisión, seleccionar información de un banco central de datos y solicitar servicios de video, compras caseras, programas educativos, etcétera. Es decir, un mismo medio posee las capacidades tecnológicas que anteriormente se daban separadas.

Las telecomunicaciones de la actualidad se conforman básicamente por tres grandes medios de transmisión: cables, radio y satélites.

Las transmisiones por cable se refieren a la conducción de señales eléctricas a través de distintos tipos de líneas. Las más conocidas son las redes de cables metálicos (de cobre, coaxiales, hierro galvanizado, aluminio) y fibra óptica.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Los cables metálicos se tienden en torres o postes formando líneas aéreas, o bien en conductos subterráneos y submarinos, donde se colocan también las fibras ópticas.

Para las transmisiones por radio se utilizan señales eléctricas por aire o el espacio en bandas de frecuencia relativamente angostas.

Las comunicaciones por satélites presuponen el uso de satélites artificiales estacionados en la órbita terrestre para proveer comunicaciones a puntos geográficos predeterminados.

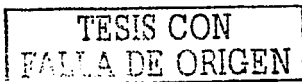
### **El espectro radioeléctrico y las microondas**

Los avances de la telecomunicación inalámbrica están asociados al descubrimiento y explotación de la radiación electromagnética, que es energía radial con forma de ondas invisibles que se propagan por el espacio y la materia.

La radiación es óptimamente utilizada para transmisiones electrónicas (u otros usos), dentro del espectro radioeléctrico en diferentes longitudes e intensidad. Por ello, el espectro se ha dividido en nueve bandas y en diferentes longitudes e intensidad.

Cada banda cubre una década de frecuencia, o sea el número de ondas radiadas que pasan por cierto punto en determinado tiempo (estos son los Hertz). La longitud de onda del espectro útil abarca de los tres mil metros a un milímetro en ruta descendente.

Las **microondas** son ondas de radio generadas a frecuencias muy altas a través de un tubo oscilador llamado magnetrón. A diferencia de la longitud de 3,200 metros que alcanzan las ondas en la frecuencias bajas del espectro, las microondas obtienen longitudes que van de los 100 centímetros a un milímetro. Además de usarse en la radiodifusión, radiotelegrafía, televisión, **satélites**, tienen aplicaciones en intervenciones quirúrgicas, laboratorios de física, hornos de uso industrial y doméstico, etc.



El uso de las microondas ha sido históricamente controvertido. No obstante que su localización en el espacio atmosférico impide su apropiación física, la sobreexplotación y saturación de las bandas de transmisión es un problema siempre presente.

Para prever la explotación irracional del espectro y el uso indiscriminado de equipo, se han establecido normas técnicas internacionales para controlar el uso de frecuencias y artefactos por los particulares

Las microondas también son el medio para que a través de los **satélites artificiales**, y no precisamente en épocas de guerra, se tenga acceso a información sobre cuestiones como instalaciones y posesión de armamentos, espionaje, investigación de la tierra e interacción educativa a distancia.

Las microondas son el soporte de dos de las formas de transmisión de mayor éxito en la actualidad: **las comunicaciones vía satélite** y la radiotelefonía móvil celular, que a su vez han evolucionado hacia las redes de comunicación personales, cuya base técnica primordial es la no supeditación a redes de cable inmóviles.

### **Los satélites**

El afán por ampliar las comunicaciones y abarcar todos los rincones de la tierra, ha conducido a los científicos a buscar medios cada vez más complejos para lograrlo. La exploración terrestre y atmosférica no ha sido suficiente. El objetivo de ir más arriba, a 36 mil kilómetros de altura sobre el nivel del mar se ha cumplido. Allí la ubicación es idónea para que los satélites artificiales logren, con unos cuantos artefactos, llevar comunicaciones e información a todos los puntos de la tierra.

Las redes satelitales se componen por una serie de **estaciones terrenas** conectadas entre sí por medio de satélites colocados en una órbita espacial que retransmiten señales por microondas a través del espacio atmosférico. El equipo instalado dentro de

un satélite recibe las señales enviadas desde una estación terrestre, las amplifica y transmite a otra estación terrestre que las distribuye por pares de cables, cables coaxiales, guías de onda, fibras ópticas y sistemas de repetición de microondas.

La transmisión espacial fue concebida con más de diez años de anticipación al lanzamiento de los primeros satélites artificiales. En 1945 el novelista inglés **Arthur C. Clarke** propuso el uso de un satélite terrestre para radiocomunicación entre varios puntos de la superficie terrestre.

Clarke sugirió en una publicación el diseño de una nave espacial tripulada que podría lanzarse como un cohete. La nave se posicionaría a una altitud aproximada de 35,900 kilómetros, giraría junto con la tierra (sería síncrono) y habría receptores y equipo de transmisión terrestres que llevarían las señales a una determinada parte de la tierra.

Fue tal el acierto del científico inglés que su mecanismo es en esencia el mismo con el que funcionan los sistemas satelitales geosíncronos de la actualidad. En su memoria, la órbita geoestacionaria se conoce también como **Cinturón de Clarke**.

El lanzamiento de los satélites artificiales inició el 4 de octubre de 1957, cuando la Unión Soviética envió al espacio el **Sputnik I**, con el objeto de realizar experimentos biológicos; pesaba 80 kilogramos y gravitó alrededor de la tierra hasta el cuatro de enero de 1958. Inmediatamente el Congreso Norteamericano aprobó el otorgamiento de fondos para proyectos satelitales, y al año siguiente ese país lanzó el **Explorer I**, de 14 kilogramos de peso, que permaneció en órbita cinco años.

La generación de satélites comerciales para comunicaciones empezó en 1965 con el lanzamiento del satélite "El pájaro madrugador" (**Intelsat I**), que medía sólo 71 por 58 centímetros, pesaba 39 kilogramos y tenía capacidad para manejar 250 llamadas telefónicas internacionales. Este sería el primero de una serie de doce, propiedad de Intelsat. La fuerte demanda de servicios satelitales, han propiciado la multiplicación de satélites a tal grado que la órbita espacial sobre el ecuador, donde se estacionan, está casi saturada.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Los satélites artificiales cubrieron regiones donde la comunicación por redes terrestres es prácticamente imposible, o sumamente costosa. Se vencieron las barreras físicas que aislaban zonas enteras de los cinco continentes, como desiertos, montañas, océanos, selvas y polos glaciares. Se incorporaron a las comunicaciones localidades de Asia, África y América que de haberse esperado a tender redes alámbricas no tuviesen, aún a la fecha, acceso a circuitos de canales para telefonía, telegrafía y televisión.

La ventaja de utilizar satélites de comunicaciones radica en que eluden las barreras naturales, permiten planear su uso a requerimientos reales, acortan los tiempos de instalación y complementan las redes terrestres para transmisiones internacionales, posibilitando el cubrimiento total de la tierra. Con ellos se pueden establecer transmisiones con equipo móvil desde puntos geográficos donde no existe infraestructura para telecomunicaciones.

Los satélites son insensibles a las distancias. Todos los enlaces se hacen aproximadamente a 71,800 kilómetros (satélites geosíncronos) donde quiera que se ubiquen los artefactos emisores y receptores.

Se necesitan unas cuantas estaciones terrestres movibles de acuerdo a las necesidades, y la señal las cubre. Es común ver que cuando ocurre un acontecimiento relevante en cualquier parte del mundo, inmediatamente se desplazan plataformas móviles llevando antenas parabólicas y equipo de transmisión, que envían señales para televisión de determinado fenómeno en vivo a todos los rincones de la tierra.

Algunas desventajas en las transmisiones satelitales es que están sujetas a demoras de propagación, se debilitan con las lluvias intensas, nieve y manchas solares que afectan a las estaciones terrestres, también sufren interferencias de radio, microondas y aeropuertos.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

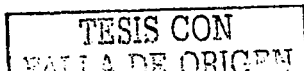
Los satélites pueden ser ubicados a distintas distancias de la tierra y a velocidades diferentes de la de rotación, lo que permite coberturas locales, regionales y globales. De acuerdo a estos requerimientos se han desarrollado diferentes generaciones de satélites de comunicaciones. Veamos los más conocidos.

Los satélites geoestacionarios (**geosynchronous earth orbit, GEO**) se ubican sobre el ecuador a 36 mil kilómetros de la tierra y viajan a su misma velocidad (de ahí su nombre de síncronos), por lo que parecen estar estacionados o inmóviles y completan su recorrido en 24 horas. Tienen un área de cobertura aproximada de 8000 kilómetros que proporciona una capacidad visual hasta de una tercera parte de la tierra.

Tres satélites de este tipo, colocados en forma equidistante, pueden transmitir instantáneamente señales de radio o televisión a casi el área completa de la tierra. Son los más utilizados para servicios de transmisión de datos, señales de televisión y telefonía, requieren de grandes estaciones terrenas fijas, pero también sirven para comunicaciones con unidades móviles como las de navegación aérea, marítima y terrestre. La órbita geoestacionaria es la más congestionada ya que en ella están colocados no nada más satélites para comunicaciones, sino otros de aplicaciones diversas como meteorológicos, experimentales y militares.

Los satélites de órbita terrestre media (**Medium earth orbit, MEO**) se encuentran a una altura de entre 10.000 y 20.000 Km. no mantienen una posición fija respecto a la superficie de la tierra. Necesitan más unidades de satélites que los sistemas GEO, pero no tantos como los LEO. Se utilizan fundamentalmente para posicionamiento (localización GPS).

Otra generación de satélites son los de órbita terrestre baja (**Low earth orbit, LEO**). Los LEO se ubican a una altitud entre 900 y 1300 kilómetros y son no geoestacionarios, o sea, registran una velocidad distinta a la de rotación de la tierra. Su área de cobertura terrestre es de un radio promedio de 5,500 kilómetros, por lo que tienen que colocarse



muchos microsátélites con trayectorias diferentes para brindar cobertura local, regional y mundial. Dado que los satélites LEO, (que admiten en frecuencias inferiores a un gigahertz), necesitan estaciones terrenas sencillas, terminales portátiles, así como antenas y fuentes de poder reducidas, (a diferencia de los geostacionarios que requieren infraestructura terrena pesada), permiten una gran flexibilidad en su uso, pues pueden aprovecharse varias decenas de microsátélites de acuerdo a las necesidades de cobertura o servicio.

De acuerdo a la cobertura que tienen en tierra, existen tres sistemas de satélites para comunicaciones: **1. Internacionales:** INTELSAT, Intersputnik, Inmarsat; **2. Regionales:** Eutelsat que cubre a los países europeos, Arabsat a países árabes, Panamsat a países americanos; **3. Nacionales:** Telesat de Canadá, Telecom de Francia, Satcom, Comstar, Westar, SBS, Gstar de Estados Unidos, Palapa de Indonesia, Molnya-3, Stastionar, Loutch de Rusia, Sakura, CS y Ayame de Japón, Radugae e Insat de India, Morelos y Solidaridad de México y Nahuel de Argentina, entre otros.

México cuenta con un sistema de satélites para comunicaciones desde 1985. El **Morelos I** entró en órbita en junio de 1985 y el **Morelos II** en noviembre de 1989. El primero fue reemplazado en 1994 por el **Solidaridad I** y en ese mismo año se lanzó el **Solidaridad II**.

Se prestarán servicios a los países del Caribe centroamericano, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y diferentes ciudades de Estados Unidos como Los Angeles, San Francisco, Houston, Dallas, Chicago, Nueva York, Washington, Miami, Tampa e incluso a Toronto, Canadá. Enviará también señales especiales a Buenos Aires, Montevideo y Santiago de Chile. Con el **Morelos II** y el **Solidaridad** se cubrirá la demanda de señales de México y esas regiones hasta el año 2006.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## DESIGNACIONES INTERNACIONALES DE RADIO FRECUENCIA

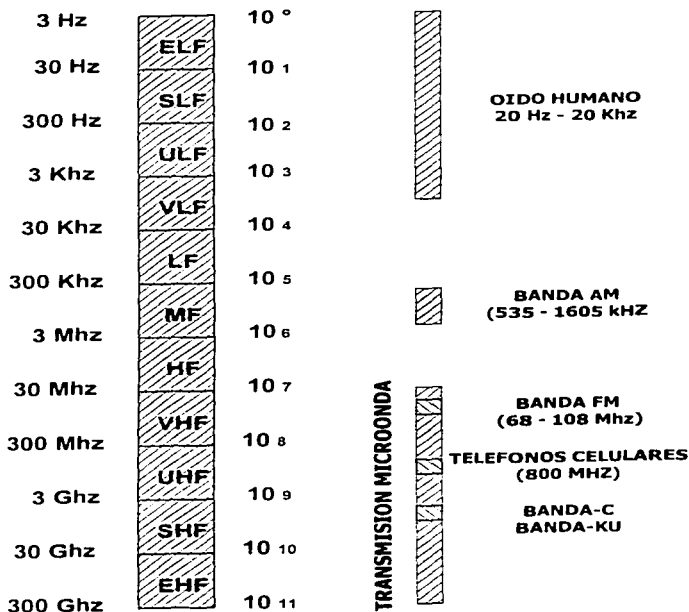


Fig. 1.1 Espectro electromagnético

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN



## **ESPECTRO ELECTROMAGNETICO**

Las ondas de radiofrecuencia y las microondas son especialmente útiles por que en esta región del espectro las señales producidas pueden penetrar las nubes, la niebla y las paredes. Estas son las frecuencias que se usan para las comunicaciones vía satélite y entre teléfonos móviles. Organizaciones internacionales y los gobiernos elaboran normas para decidir que intervalos de frecuencias se usan para distintas actividades: entretenimiento, servicios públicos, defensa, etc. Fig. 1.1.

### **BANDA DE FRECUENCIA**

Es la porción de un espectro electromagnético dentro de un límite específico de frecuencia más alta y más baja. El espectro electromagnético es un recurso limitado, mientras que la demanda de canales de radio aumenta, compartiendo la banda de frecuencia creando interferencias.

Un sistema satelital ocupa la transmisión y recepción de microondas, tenemos entonces una situación potencial de interferencia cuando los usuarios en bandas de frecuencia similares interfieren unos con otros.

De aquí que haya una regulación internacional vía ITU. La figura 1.2 muestra las locaciones para los servicios satelitales.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

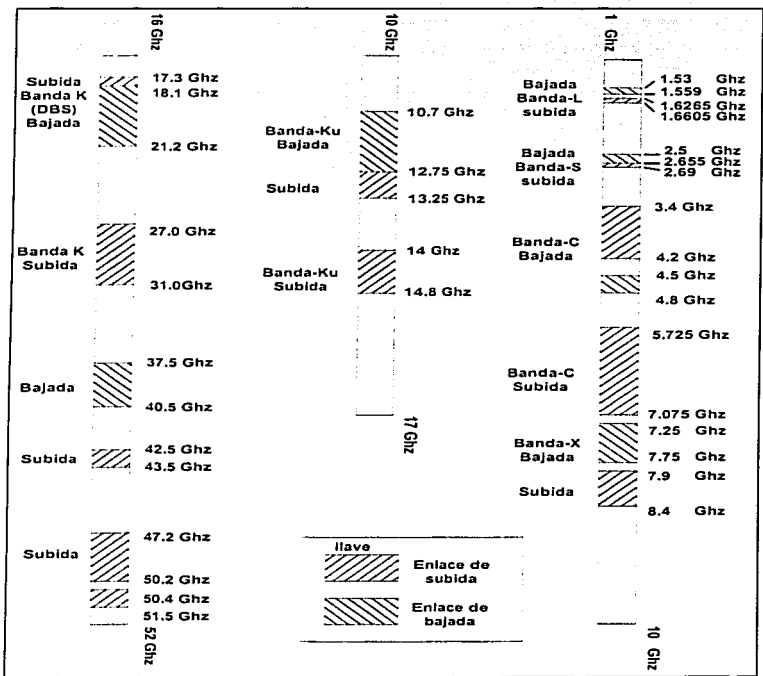


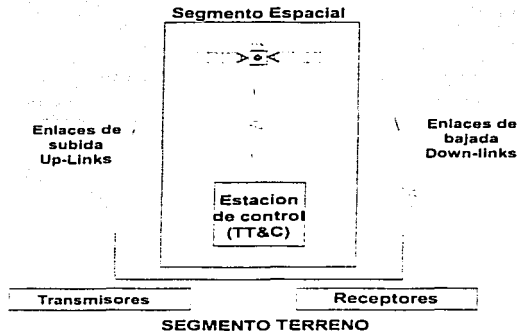
Fig. 1.2 Bandas de frecuencias para los servicios satelitales.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## SISTEMA SATELITAL BASICO

Un sistema satelital b6sico consiste de un segmento espacial y un segmento terreno (Estaci3n terrena) como se muestra en la figura 1.3. El segmento espacial consiste de sat6lites adem6s de control, telemetría, estaciones de telemetría, comando y rastreo (TT&C) para mantener en orbita a los sat6lites.

Las TT&C mantienen operando a los sat6lites, proveen status permanentes de sus subsistemas.



**Fig. 1.3 Sistema satelital b6sico.**

Los sat6lites consisten de de dos componentes principales

- Carga 6til.
- Bus

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Las comunicaciones de la carga útil consisten de antenas satelitales más el repetidor. La antena posterior proveída para el bajo ruido vía RF (Radiofrecuencia), conversión de frecuencia entre enlace de subida y bajada y un amplificador para impulsar la frecuencia anterior para la transmisión en el enlace de bajada.

Dos tipos diferentes de carga útil son mostrados a continuación: Fig. 1.4 Satélite convencional (no regenerativo). La figura 1.4 a. Consiste de amplificación RF y conversión de frecuencia, algunos tipos de carga útil futuros serán regenerativos o procesaran las señales en su naturaleza y demodularan las señales a banda base, regeneran digitalmente y remodularan (y decodificarán) para transmisión de bajada.

El ancho de banda de los satélites esta dividida (demultiplexada) en segmentos manejables de trafico (40-80 Mhz para FSS y 5-10 Mhz para MSS) los cuales son manejados por diferentes repetidores llamados **transponders** los cuales están conectados por una matriz de switch hacia antenas exteriores.

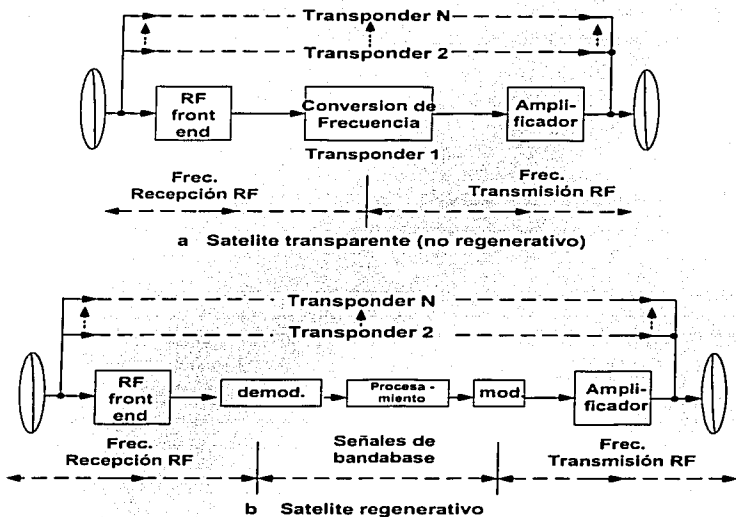
**FSS** Servicios satelitales mixtos (Desde antenas de 30 mtrs hasta las VSAT de 1m. cubre 11.7 -12.2 Ghz).

**DBS** Servicios de radiodifusión digital diseñada para aplicación casera 12.2-12.7Ghz.

**MSS** Servicios Satelitales móviles o;

**BSS** Servicios satelitales de broadcast TVRO (Solo receptor de televisión).

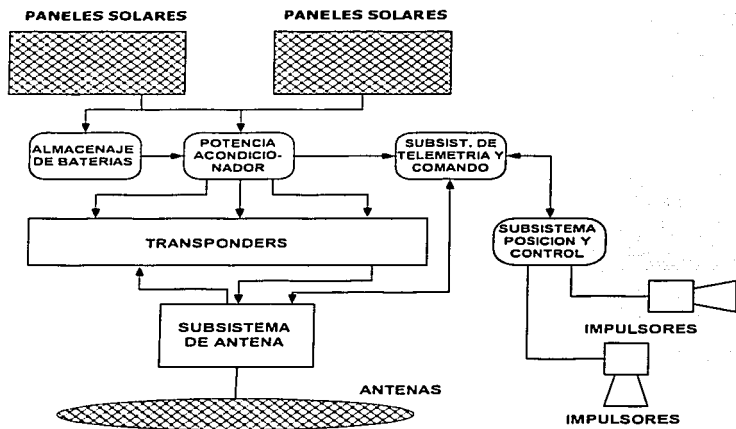
La **banda Ku** es utilizada para estos servicios.



**Fig. 1.4 Tipos de satélites**

Comunicación de carga útil

- a) Satélite convencional transparente (No regenerativo)
- b) Satélite de procesamiento (Regenerativo).



**Fig. 1.5 Sistema de bloques de un satélite.**

El bus contiene los sistemas de mantenimiento para apoyar a la carga útil y consiste de

- Estructura del satélite;
- Subsistemas de poder y electricidad;
- Subsistemas de propulsión;
- Subsistemas de altitud y control;
- Subsistemas de control de temperatura;
- Subsistema TT&C (Telemetría, comando y rastreo).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Los parámetros anteriores pueden ser diseñados para cada servicio particular y elección de orbita. La masa, tamaño y volumen son determinados por las compañías de lanzamiento del satélite.

## **TRANSPONDERS**

Son una serie de unidades interconectadas que forma un canal de comunicación entre la antena de transmisión y recepción en una comunicación vía satélite.

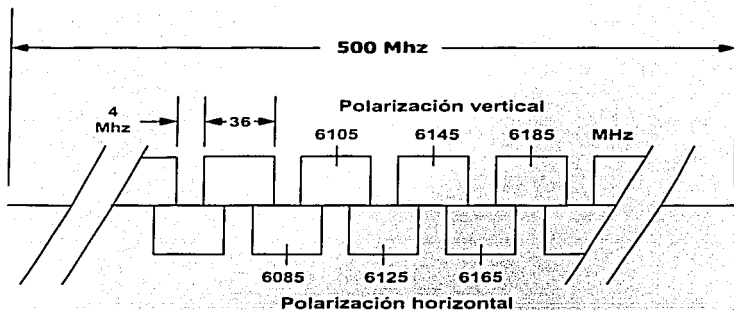
El ancho de banda designada para el servicio de Banda-C es 500 Mhz y esta dividida en sub-bandas, una para cada transponder. Un ancho de banda típica para un transponder es 36 Mhz y permite 4 Mhz de seguridad entre cada transponder, de los cuales 12 pueden ser acomodados en el ancho de banda de 500 Mhz. (Fig. 1.6)

Haciendo uso del aislamiento de la polarización, este número puede ser duplicado.

El aislamiento de polarización se refiere al hecho de que las portadoras pueden estar en la misma frecuencia pero con sentidos opuestos de polarización.

Con polarización lineal, vertical y horizontal pueden ser separadas en esta manera y con polarización circular deberán ser separadas con la regla de la mano izquierda y mano derecha.

Ya que portadoras con polarizaciones opuestas podrían sobreentrecerse en frecuencia, este termino es conocido como **Frecuencia de rehuso**.



**Sección de una Frec. de subida y plan de polarización.**

**Fig. 1.6 Plan de frecuencias.**

La frecuencia de rehúso puede ser combinada con polarización de rehúso para obtener un ancho de banda de 2000 Mhz.

Para cada uno de los grupos de polarización, la Fig. 1.7 muestra el esquema de canales para los 12 transponders la frecuencia de subida va desde 5.925 a 6.425 Ghz. Las portadoras serán recibidas en una o más antenas, todas teniendo la misma polarización. El filtro de entrada pasa los 500 Mhz totales a un receptor común mientras este rechaza ruido e interferencias.

Habrá muchas portadoras moduladas dentro de los 500 Mhz y todas ellas serán amplificadas y convertidas en su frecuencia para el receptor común. La conversión de



frecuencia convierte las portadoras a una banda de frecuencia de bajada también de 500 Mhz, que va de 3.7 a 4.2 Ghz.

Hasta este punto las señales son canalizadas a bandas de frecuencias las cuales representan los anchos de banda de los transponders individualmente. 36 Mhz para cada uno con 4 Mhz de espacio entre ellos.

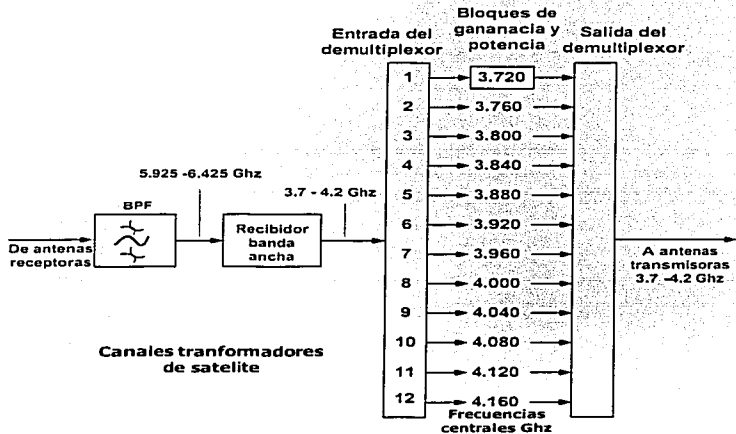


Fig. 1.7 Esquema de canales para 12 transpondedores.

A continuación en la Fig. 1.8 se muestra el plan de frecuencias operando del SATMEX 5 para Banda C y Ku.

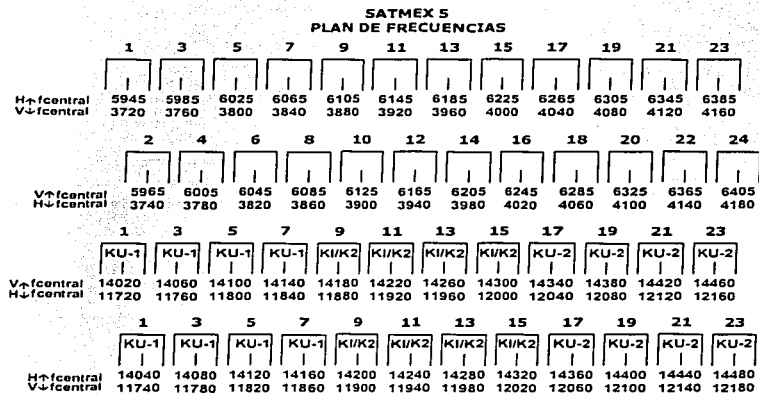


Fig. 1.8 Transponders para el SATMEX 5.

TESIS CON  
 FALLA DE ORIGEN

---

---

## ***2. TECNICAS DE ACCESO***

## TECNICAS DE ACCESO AL SATELITE

Un sistema de comunicación tendrá un número de usuarios operando vía un transponder satelital en común. Esto es compartir los recursos de potencia, ancho de banda y tiempo.

El termino usado para tal compartición y manejo de un número de diferentes canales es llamado acceso múltiple (MA).

Hablaremos de las dos técnicas mas usadas:

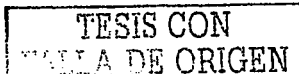
- FDMA (Acceso multiple por división de frecuencias);
- TDMA (Acceso multiple por division en el tiempo).

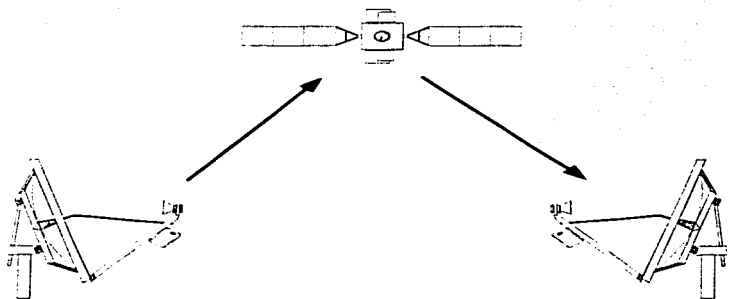
Un transponder de satélite puede funcionar para más de una red simultáneamente, en conjunto con una variedad de esquemas de modulación, señales de potencia, y otras características.

La configuración más sencilla de una comunicación vía satélite a ser considerada es **punto a punto** entre dos estaciones terrenas dedicadas (Fig. 2.1) diferentes frecuencias de subida y bajada serán usadas. Las dos terminales no necesariamente deben tener aperturas de antena similares, por ejemplo una podría ser una gran estación (Hub) y otra estación pequeña **VSAT** (Terminal de apertura pequeña).

Un sistema práctico tendrá 2 caminos o duplex y si el mismo transponder es requerido para manejar cada dirección de tráfico simultáneamente, entonces ninguna frecuencia se superpondrá a la otra pudiendo ser asignadas. La potencia de transmisión de bajada es compartida entre cada dirección.

Esto representa una forma básica de acceso multiple por division en el tiempo (FDMA).

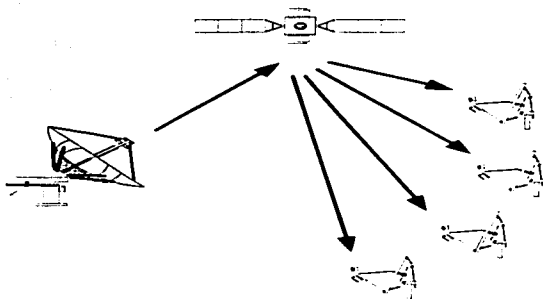




### Red punto - punto

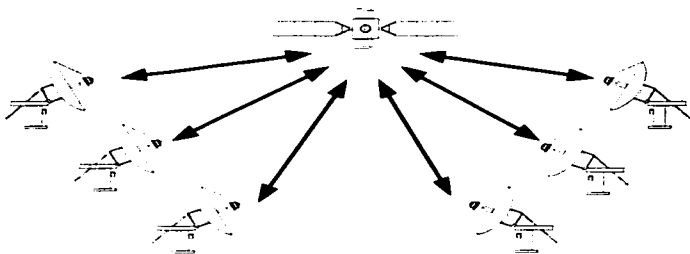
Fig. 2.1 Configuración punto a punto.

Donde hay una estación transmisora y varias terminales receptoras, tenemos una configuración **Punto a multipunto** (Fig. 2.2). El tráfico saliente de la estación Hub (Maestra) podría ser seleccionado para una terminal receptora en particular para medios de opción de frecuencia o ranura de tiempo o para direccionamiento digital. Si así es, como sea el tráfico es común para todas las designaciones, esto es referido para una red de broadcast. Lo inverso sería multipunto a punto donde varias terminales transmiten a una solo receptora.



**Fig. 2.2 Configuración punto a multipunto.**

Un caso general con un número de usuarios es **multipunto a multipunto** (Fig.11). Donde no hay un Hub dominante, tenemos una red de malla.



**Fig. 2.3 Configuración multipunto a multipunto.**

Una red de comunicación necesitara un grupo de protocolos para acceder a la red por el usuario los cuales serán sistemas específicos aunque hay un número de estándares internacionales como TCP/IP basados en el modelo OSI.

Estos protocolos son diferentes de las técnicas de acceso. aunque una influirá en la otra. Un enlace vía satélite proveerá los medios de transmisión representados en el nivel 1 (capa física control eléctrico, mecánico), en el 2 (Capa de enlace de datos se ocupa de los procedimientos y protocolos para operar las líneas de comunicaciones puede detectar y corregir errores) y el 3 (Capa de red determina como los datos son transferidos entre computadoras, dirige el encaminamiento dentro y entre redes individuales) del modelo OSI.

#### **MULTIPLEXACION DE TRÁFICO.**

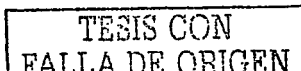
Multiplexación es el método de colocar múltiples flujos independientes de datos en un canal de transmisión común.

Un número de canales de usuario podría ser multiplexado vía terrestre en y antes de una estación terrena o terminal, para transmisiones con una antena RF como simple frecuencia de subida mixta. Esto es conocido como Multiplexaje y es de gran ayuda conocer primero este concepto antes de examinar el problema de combinar señales en el satélite.

Si la portadora transmitida de una terminal representa solo un usuario por canal, es designado **SCPC (Single Channel Per Carrier)** generalmente es el caso con una estación terrena pequeña (VSAT).

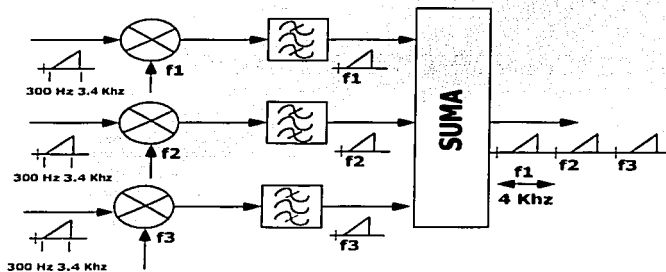
Si la portadora representa un numero de usuarios multiplexados es designado **MCPC (Canal multiple por portadora)**, y esto puede aplicar a grandes terminales o estaciones Hub.

Las formas principales de Multiplexación son descritas:



## FDM (Multiplexación por división de frecuencias)

FDM Cada canal individual es turnado en frecuencia y el espacio del espectro colocado contiguamente. Los canales originales podrán ser recuperados demultiplexándolos, con filtros y conversiones de frecuencia regresándolos a banda base. La Fig. 2.4 ilustra un ejemplo tradicional de un multiplexor para telefonía analógica.



**Telefonía FDM (solo transmisión final)**

**Fig. 2.4 Ejemplo de telefonía FDM.**

Esencialmente cada usuario es un simple espacio de banda (SSB Single Side Band) modulado en una frecuencia de portadora diferente, estas son sumadas en conjunto.

Pequeños espacios de bandas de protección son insertadas entre cada canal para prever frecuencias superpuestas o aislamiento, y así facilitar la demultiplexación.

Para  $N$  usuarios el ancho de banda total será aproximadamente  $N \times$  por cada canal (normalmente 4 KHz. para transmisión analógica, incluyendo las banda de protección). La televisión por cable utiliza FDM.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## TDM (Multiplexaje por división en el tiempo)

Cada canal individual es transmitido como una palabra digital o ranura dentro de una trama digital de alta velocidad. La selección de los apropiados tiempo para cada ranura en la trama permite la reconstrucción de cada canal y la velocidad de bit resultantes es aproximadamente  $N \times$  cada canal. La Fig. 2.5 muestra el concepto de TDM enseñando un multiplexor y demultiplexor.

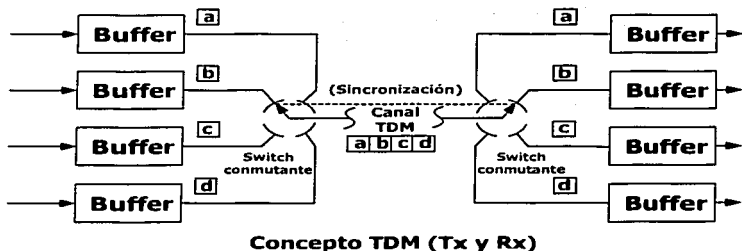


Fig. 2.5 Concepto TDM (Transmisor y Receptor).

TDM Es establecida para la transmisión de telefonía digital con velocidades de 2.5 Gbps y utilizado para fibra óptica, microondas y enlaces satelitales. Debiendo sus limitaciones a los anchos de banda del transponder, los sistemas satelitales tienden a emplear velocidades de datos menores, siendo 140 Mbps su límite más alto, tales velocidades necesitan grandes antenas y las VSATs operaran a no más de pocos Mbpps.

Alguna forma de modulación de portadora es requerida para transmitir una señal multiplexada. TDM utiliza modulación digital como binario o cuaternario phase-shift-keying (BPSK o QPSK)

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **ACCESO MULTIPLE (MA)**

Varias portadoras de diferentes estaciones podrían necesitar compartir los recursos del transponder como potencia, ancho de banda y tiempo de transmisión, esto representa acceso múltiple.

El manejo y asignación de accesos puede ser ejecutado por asignación-mixta ( Fixed-assigned) o asignación bajo demanda (Demand-assigned).

Mixto o preasignado, el acceso múltiple es una técnica sencilla donde FDMA (ranuras de frecuencia) o TDMA (ranuras de tiempo) son asignados por la estación de control de red por un extenso período indefinido para una terminal en particular.

**DAMA** (Acceso Múltiple sobre demanda o asignado). Aquí la capacidad de la red es automáticamente asignada en forma de ranuras FDMA o TDMA como sea demandado. En esta forma potencia y ancho de banda podrá ser reasignada donde sean necesitada y la capacidad de toda la red sea optimizada.

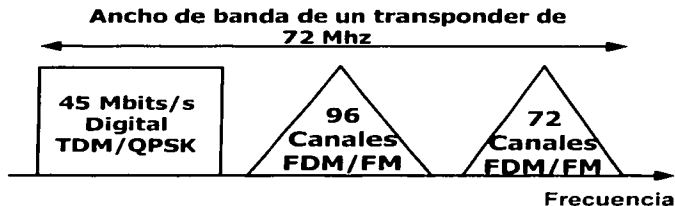
## **FDMA (Acceso Múltiple por división de frecuencias).**

Es una técnica donde varias estaciones terrenas transmiten simultáneamente pero sobre frecuencias diferentes preasignadas dentro de un transpondedor en común.

Las portadoras pueden variar desde un acceso SCPC hasta voz simple o un canal de datos usando FM, BPSK o QPSK o MCPC tal como FDM/FM, FM/TV.

Un transponder puede cargar con un numerosos grupos de tráfico, posiblemente de diferentes redes y el ancho de banda será rudamente preasignado por medios de división de frecuencia.

La Fig.2.6 muestra un ejemplo de FDMA sobre un ancho 72 Mhz en un transponder, un número de diferentes tipos de señal son compartidos por el ancho de banda del transponder. La analogía con FDM es aparente

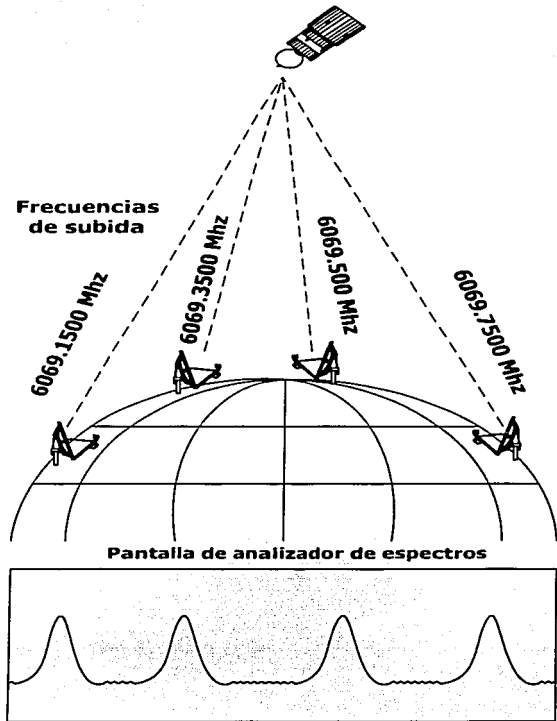


**Fig. 2.6 Ejemplo de FDMA sobre un ancho de banda de 72 Mhz de un transponder.**

Las protecciones de las bandas necesitan ser asignadas entre los accesos para reducir interferencia de canales adyacentes.

SCPC-FDMA es comúnmente usado para pequeñas rutas de telefonía, VSATs y servicios móviles. Virtualmente todos estos servicios son ahora digitales TDM/QPSK/FDMA.

FDMA hace uso del código **FEC Corrección de errores anticipado**, usado para detectar y corregir errores de transmisión del lado receptor, sin pedir retransmisión. Requiere la adición de bits a los datos, alargando consecuentemente el mensaje transmitido, pero la suma de los bits FEC gasta el tiempo de transmisión. Una forma común de FEC utiliza tasas de  $\frac{1}{2}$ , en donde hay tantos bits de paridad como datos o  $\frac{3}{4}$  donde hay un bit de paridad en cada tres bits. A mayor FEC se reduce el ancho de Banda de la portadora.



**Fig. 2.7 Ejemplo de FDMA.**

### TDMA Time-Division Multiple Access

En TDMA a cada usuario se le es asignada una ranura de tiempo periódico, dentro del cual una ráfaga de información es transmitida, compartiendo una portadora común de frecuencia con otros usuarios. Las sucesivas ráfagas forman una trama TDMA multiplexada en el satélite consanguíneo a TDM.

El concepto básico es ilustrado en la Fig. 2.8.

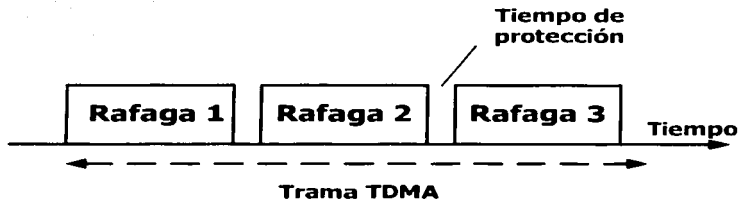


Fig. 2.8 Formato de trama TDMA.

Claramente, las ráfagas necesitan ser transmitidas en un tiempo apropiado tal que no se superponga en el satélite y de aquí que la frecuencia de bajada necesite una sincronización cuidadosa. Una pequeña banda de tiempo (protección) puede separar cada ráfaga.

Una sola portadora de TDMA es activada a un tiempo dado de aquí que la potencia total de la frecuencia de bajada del satélite está disponible para este acceso (Fig. 2.9), Proveyendo que no halla otros grupos de usuarios compartiendo el transponder por medio de división de frecuencia. La intermodulación de frecuencias está ausente ya que

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

una sola señal esta presente de aquí que el transponder no requiera ser puesto una banda de protección para no saturarlo.

Un transponder puede entonces proveer más ganancia total con TDMA que con FDMA. Debe tomarse cuidado como sea, con interferencia de ínter símbolos (ISI), el cual puede llegar debido a la combinación del filtramiento y la no-linealidad del amplificador, por esta razón un pequeña banda de protección es usado. Requiriendo la potencia necesaria.

La longitud de la trama TDMA depende del tipo de tráfico siendo portado. Como el tráfico en los sistemas TDMA es transmitido en ráfagas, los datos necesitan ser puestos en un buffer en la estación terrena.

TDMA ha sido bien establecido para PCM (Modulación por pulsos codificados), donde la banda base es muestreada a 8 Khz. con 8 bits por muestra, dando 64Kbps por canal en un solo sentido.

Una desventaja del TDMA es que cada frecuencia de subida en estación requiere suficiente potencia para soportar las altas e instantáneas velocidades de datos en el canal. Esto puede representar un reto de tecnología, especialmente para terminales pequeñas TDMA, en contraste con FDMA que tiene transmisiones continuas a velocidades bajas.

Una característica más de TDMA es que la potencia de bajada es perdida durante cualquier ranura vacía, cuando la red es ligeramente cargada, mientras que con FDMA la potencia puede ser compartida entre esas portadoras las cuales están presentes a cualquier hora. Las tramas TDMA deben ser estructuradas para que la superposición no ocurra en el satélite entre ráfagas de diferentes estaciones terrenas. Tal sincronización será lograda por una estación actuando como estación de referencia, la cual transmite ráfagas de referencia usadas por todas las otras estaciones para lograr sincronización de reloj.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

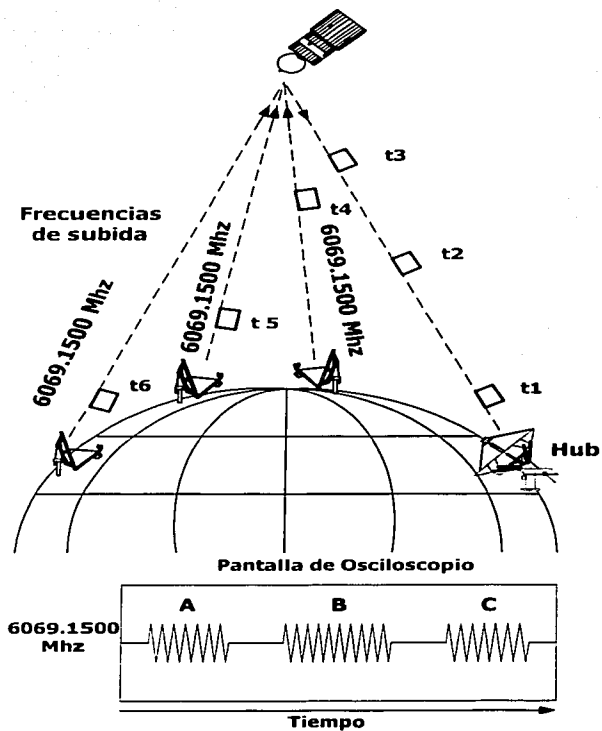


Fig. 2.9 Ejemplo de TDMA.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

---

---

### **3. CARACTERISTICAS DE ANTENAS**

---

---

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## EL ESPACIO TERRENO

Consiste de las estaciones terrenas de comunicación, las cuales accedan al satélite. Como se enseña en la Fig. 3.1. Estas estaciones consisten de:

- Antena (Más sistema de seguimiento);
- Sistema de alimentador (Feed);
- Amplificadores (HPA High Power Amplifiers);
- Amplificador de bajo ruido (LNA Low Noise Amplifier).
- Convertidores de subida y bajada (Up converters/down converters) entre microondas hacia IF (Frecuencia Intermedia);
- Equipo de comunicaciones terrena (módems, codificadores, multiplexores, etc.);
- Equipo de monitoreo y control;
- Fuentes de alimentación.

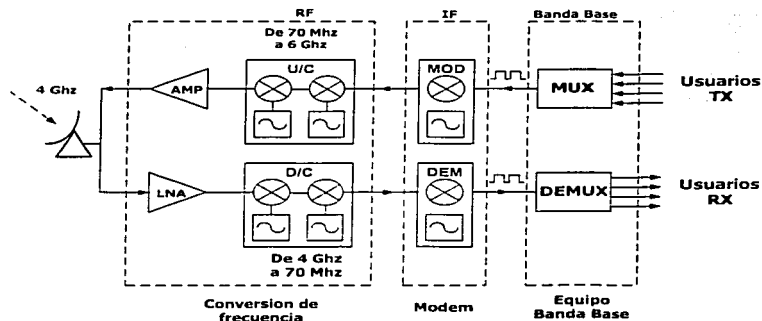
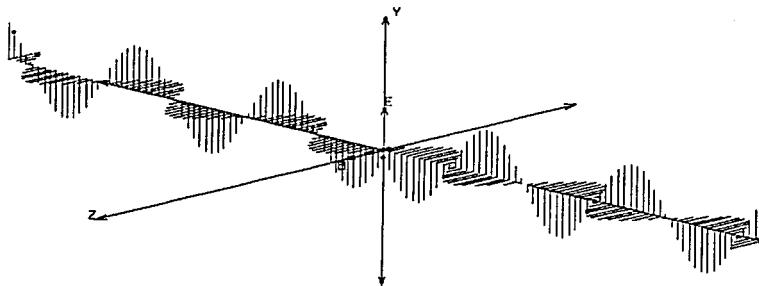


Fig. 3.1 Diagrama de bloques de estación terrena.

## ONDAS ELECTROMAGNETICAS

Es la onda eléctrica propagada por un campo electrostático y magnético de intensidad variable.

Las ondas electromagnéticas viajan en el vacío a la velocidad de la luz y transportan energía a través del espacio. La cantidad de energía transportada por una onda electromagnética depende de su frecuencia (o longitud de onda): entre mayor su frecuencia mayor es la energía:



**Fig. 3.2 Propagación de la onda electromagnética.**

Cargas aceleradas (Un electrón en constante movimiento, genera la llamada onda electromagnética) producen ondas electromagnéticas. Durante la propagación de la onda, el campo eléctrico (rayas verticales) oscila en un eje perpendicular a la dirección de propagación. El campo magnético (rayas horizontales) también oscila pero en dirección perpendicular al campo eléctrico (Fig. 3.2).

La velocidad de oscilación determina lo que se le llama longitud de onda, si la velocidad es muy alta, la longitud de onda será pequeña y viceversa. La velocidad a su vez, determinará la energía liberada, siendo esta proporcional a su velocidad. En conclusión, a mayor velocidad, mayor energía y menor longitud de onda, y en contraste, a menor velocidad, menor energía y mayor longitud de onda.

La onda electromagnética tiene dos características, su longitud que ya comentamos y su amplitud. Estos dos factores influyen en una forma importante a las características de la luz, que son su color y su intensidad, la longitud de onda determina el color de la luz, y su amplitud determina la intensidad.

## **POLARIZACIÓN**

Tanto la antena como el campo electromagnético recibido o transmitido tienen propiedades de polarización. La polarización de una onda electromagnética describe la forma y orientación de la localización de las extremidades de los vectores de campo como función del tiempo. Una onda puede ser descrita como linealmente polarizada, circular, o elíptica.

**Polarización Lineal** el campo eléctrico  $E$  es orientado como un ángulo constante como es propagada. El ángulo puede ser arbitrario pero por conveniencia es definido como **vertical** u **horizontal**.

**Polarización Circular** es la superposición de dos polarizaciones ortogonales, por ejemplo vertical y horizontal con un ángulo de  $90^\circ$  de diferencia. La punta del vector  $E$  resultante puede ser imaginado rotando cuando se propaga en una ruta helicoidal como se ilustra en la Fig. 3.3.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

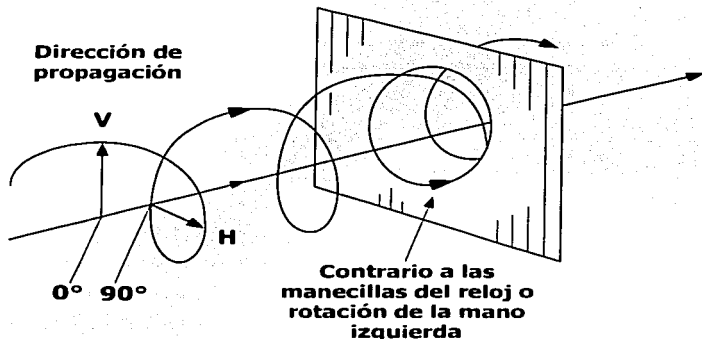


Fig. 3.3 Polarización circular.

**Polarización elíptica** es el resultado de dos ondas linealmente polarizadas o dos ondas circularmente polarizadas con direcciones opuestas.

#### **POLARIZACIÓN DE LA ANTENA**

El **teorema de reciprocidad** asegura que una antena la cual es diseñada para transmitir en un sentido dado de polarización será la misma polarización para la recepción.

Una onda con una polarización dada no transferirá energía a una antena receptora la cual esta ortogonalmente polarizada a la onda, por lo tanto una antena receptora polarizada verticalmente no recibirá nada de una onda polarizada horizontalmente.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

El uso de polarización ortogonal permite la superposición de señales en frecuencia sin interferencia, una técnica conocida como **frecuencia de rehúso**.

La definición usual de polarización horizontal es donde el vector de campo eléctrico es paralelo al campo al plano ecuatorial y polarización vertical es donde el vector del campo eléctrico es paralelo al eje polar de la tierra

## **ANTENAS**

Las antenas forman el enlace entre equipo transmisor y receptor y la ruta de propagación en el espacio. Clasificadas por su espectro de frecuencia en el cual son aplicadas, o por su modo básico de radiación. El tipo mas importante para comunicaciones espaciales es la apertura de la antena la cual incluye cornetas, lentes y reflectores.

Las propiedades de una antena pueden ser determinadas por su análisis de medición como antena transmisora o antena de recepción, para un análisis computacional la antena generalmente esta en modo de transmisión, mientras que para mediciones la antena esta en modo de recepción.

## **PATRONES DE RADIACION DE LA ANTENA**

Una antena transmisora no radia uniformemente en todas las direcciones angulares ni una antena receptora detecta energía uniforme en todas sus direcciones. Esta selección de direccionalidad de la antena esta caracterizada en términos de su radiación.

Los patrones de radiación muestran como la ganancia de la antena varia con la dirección, es la ganancia normalizada a su máximo valor dando propiedades de su direccionalidad.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Estos patrones son un conjunto de fuerza relativa del campo radiado, amplitud y fase, como funciones de parámetros angulares de un sistema esférico coordinado con un radio constante.

Los patrones de radiación comprenden un haz principal y una estructura de lóbulos laterales es mostrada como un conjunto bidimensional como se ilustra en la Fig. 3.4.

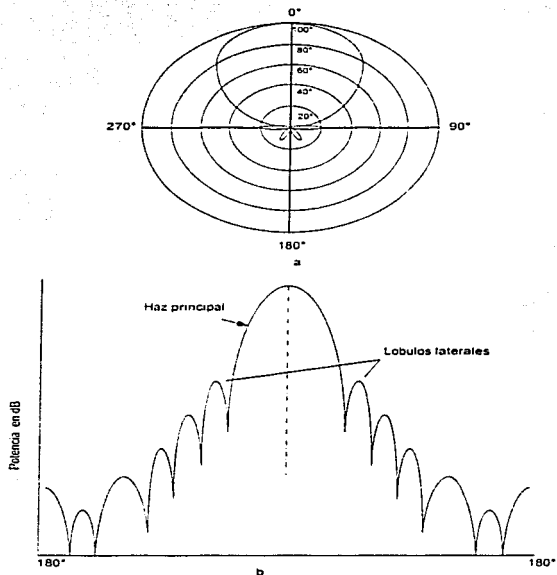


Fig. 3.4 Métodos de representar patrones de radiación de la antena.

Para antenas cuyas dimensiones son pequeñas comparadas con su **longitud de onda** (Longitud de onda es la longitud que un ciclo de onda electromagnética ocupa en el espacio, es decir la distancia entre los puntos semejantes en una onda repetitiva; Aumentando la frecuencia la longitud de onda disminuye pudiendo utilizar una antena más pequeña, podemos citar como ejemplo las antenas de DIRECT TV que trabajan en la **banda KU** de 12 a 14 Ghz aprox.), un conjunto polar es utilizado. Fig. 3.4 a. Entre mas crezca la dimensión de la antena un figura mas detallada de los patrones de radiación es obtenido utilizando un conjunto cartesiano, Fig. 3.4 b.

El pico del haz principal representa el más alto nivel de fuerza de campo y aproximadamente el 70% de la energía radiada es incluida en esta región. La región de los lóbulos laterales representa una fuente potencial de interferencia en el enlace de comunicación y por esta razón es generalmente requerido un bajo nivel.

### **APERTURA EFECTIVA**

Un concepto importante para describir las propiedades de recepción, utilizada para la distribución de un campo uniforme dependiendo de la manera en que la apertura sea energizada, influenciada también por la construcción de la antena. Tales como cornetas (Horns) o reflectores parabólicos; La corneta mas utilizada es la corrugada. La polarización cruzada es reducida (donde la frecuencia de rehúso son utilizadas), y un eficiente haz de luz es producido.

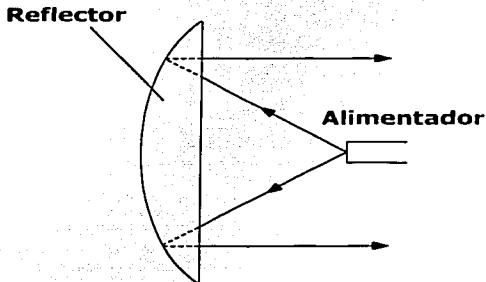
### **ANTENAS REFLECTORAS**

Cuando se necesita alta ganancia y anchos de haz angostos es necesario incrementar la dimensión de la apertura y cornetas simples llegan a ser impracticables. Para estas aplicaciones una superficie reflectora es utilizada la cual es iluminada por un alimentador de cono primario.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## REFLECTOR PARABOLICO

La forma más simple de antena reflectora es la parábola de eje simétrico, con un cono alimentador ubicado en su punto focal, como se muestra en la Fig. 3.5.



**Fig. 3.5 Sistema reflector simple.**

Una onda esférica saliendo del alimentador (Feed) en el punto focal es convertida en onda plana radiada de la apertura de la antena.

Su principal característica es su propiedad de enfocamiento asociado con luz, donde los rayos paralelos golpean al reflector que convergen en un punto conocido como foco e inversamente los rayos originados en el foco son reflejados como rayos de luz paralelos. Esta configuración es empleada típicamente para antenas mayores de 3 m.



## ANTENA CON DOBLE REFLECTOR

Para estaciones terrenas grandes donde la transmisión de potencia es grande una configuración más compacta será realizada por la introducción de un pequeño subreflector como se ilustra en la Fig. 3.6.

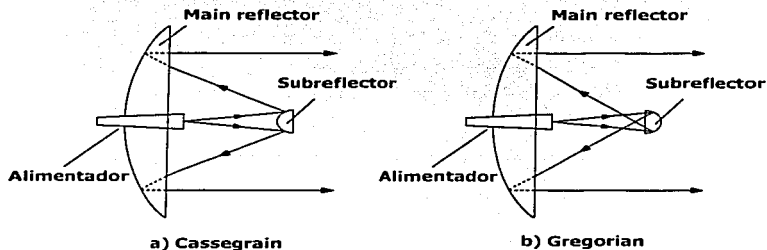


Fig. 3.6 Sistemas con doble reflector.

El alimentador primario es ahora colocado cerca de la parte posterior del reflector principal, eliminando la necesidad de largas corridas de guía de onda a la caja de electrónicos. Siendo lo más corto posible para eliminar atenuaciones. El subreflector, el cual es montado en frente del reflector principal es generalmente más pequeño que el alimentador causando menos bloqueo.

Dos tipos están en uso la antena Cassegrain y la antena Gregorian, nombradas así después de los astrónomos quienes las desarrollaron primero.

**Antena Cassegrain** consiste de una parábola principal y un subreflector, el cual es hiperboloide. El subreflector tiene dos puntos focales uno de los cuales es hecho coincidir con el reflector principal y el otro con la fase central del alimentador como se muestra en la Fig. 3.7.

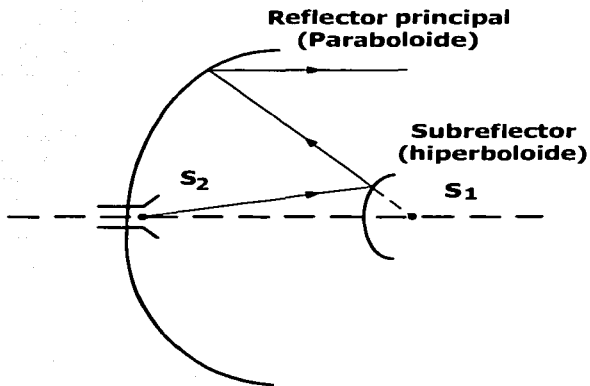
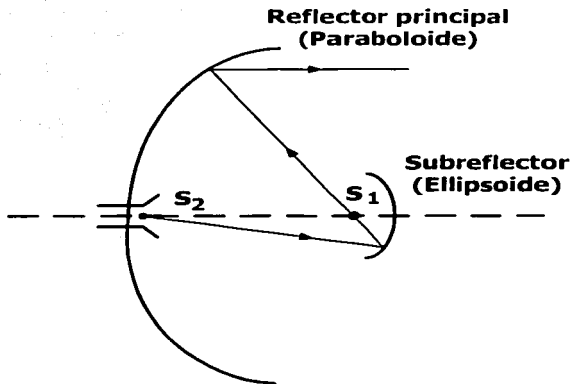


Fig. 3.7 Antena Cassegrain.

**Antena Gregoriana** Consiste de una parábola principal y un subreflector, el cual es elipsoide. Como el hiperboloide, el subreflector tiene dos puntos focales, uno de los cuales es hecho coincidir con el reflector principal y el otro con la fase central del alimentador (Fig. 3.8).



**Fig. 3.8 Antena Gregoriana.**

## ANTENA REFLECTORA CON OFFSET

La Fig. 3.9 muestra un reflector parabólico con un alimentador en el foco. En este ejemplo el patrón de radiación del cono es **offset** (rendimiento) ya que ilumina solo la parte de arriba del reflector. El alimentador y sus soportes pueden ser colocados con una vista clara del haz principal sin que ocurra bloqueo.

Este arreglo evita radiaciones en los lóbulos laterales. La principal desventaja del alimentador offset es que necesita un fuerte mecanismo de soporte para mantener la forma del reflector y a causa de su asimetría la polarización cruzada (cross-polarization) con un alimentador linealmente polarizado es peor comparado con alimentación en el centro. Usadas también con antenas de doble reflexión. Eficiencias del 84 % han sido reportadas.

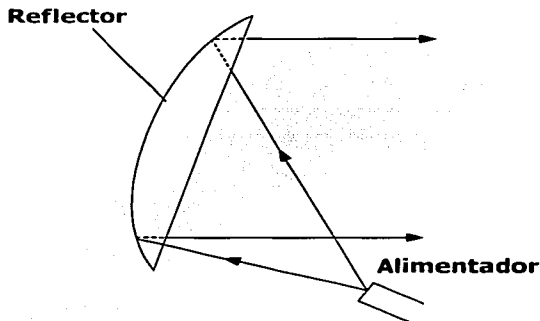


Fig. 3.9 Sistema reflector tipo offset.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

---

---

## **4. ESTACION TERRENA**

---

---

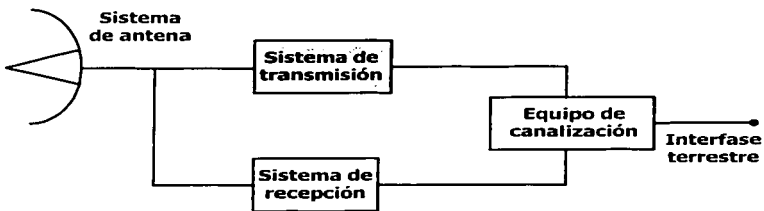
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## ¿QUE ES UNA ESTACION TERRENA?

Vamos a echar un vistazo al tipo de comunicaciones cubiertos por los satélites a fin de organizar los servicios requeridos por nuestra estación terrena. Hay varias categorías por ejemplo: telefonía, comunicación de datos y videoconferencia que requieren estaciones terrenas las cuales pueden transmitir y recibir simultáneamente.

Otras técnicas, como telemetría, colección y distribución, broadcast de televisión, transmisión electrónica de documentos, etc. podrían requerir una estación central y un gran número de estaciones remotas con capacidades de transmisión y/o recepción.

Entonces podemos construir ya el diagrama simplificado de nuestra estación terrena el cual consiste de de un sistema de antena, un sistema de recepción, un sistema de transmisión y un equipo de canalización como se muestra en la Fig. 4.1.



**Fig. 4.1 Diagrama simplificado de estación terrena.**

## CONFIGURACIÓN DE SISTEMA TÍPICO

El siguiente paso es mirar dentro de los bloques para descubrir los procesos los cuales son requeridos para completar un diseño de estación terrena y como son estos consumados.

Para la mayoría de las estaciones terrenas el aditamento más grande en términos de tamaño y costo, es el sistema de antena incluyendo la antena, unidades y sistema de seguimiento. Esto debe proveer suficiente ganancia de bajo ruido para ayudar a establecer un sistema económico y eficiente sistema de comunicación.

El sistema de recepción de bajo ruido en combinación con la antena, deberá proveer suficiente amplificación para señales extremadamente débiles, sin la adición de mucho ruido termal. Debe cubrir la banda completa de interés (3.625 – 4.2 Ghz para banda C y podría ser usada para abastecer señales de referencia al sistema de seguimiento, así como el proveer la comunicación principal de recepción.

La ganancia del amplificador del sistema de Rx de bajo-ruido es un factor importante en la reducción de las diferentes etapas del sistema de temperatura de ruido, la cual es parte de la ganancia conocida como figura de merito (utilizada para representar la calidad de un satélite en un receptor de una estación terrena.

Por esta razón el sistema de Rx de bajo-ruido normalmente es colocado tan cerca como sea posible del alimentador (**Feed**) de la antena.

El sistema de Rx de microondas o Convertidor de bajada (Down-converter) debe aceptar la señal portadora en banda ancha del receptor de bajo-ruido y la divide en varias cadenas de banda estrecha la que cada cual será dedicada a una banda de Rx.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Esto requerirá una división de potencia de la señal recibida seguida por una conversión de bajada de la señal deseada a una frecuencia común intermedia (**IF**) la cual puede ser de 70 o 140 Mhz. En esta etapa por el uso de un filtro apropiado, la portadora simple o banda de interés puede ser seleccionada. Después de esta selección la señal IF se somete a un apropiado proceso de **demodulación** aplicada a la señal de Tx.

En algunos arreglos, el convertidor de bajada puede ser ubicado lejos de la estructura de la antena siendo así llamado enlace de interoperabilidad. Varios metros de guías de onda elíptica o cable coaxial es utilizado.

Para algunas estaciones operando en 4 Ghz utilizan fibra óptica para proveer el enlace de interoperabilidad.

#### **SISTEMA DE TRANSMISION TX**

Para el sistema de transmisión, la estación terrena multiplexa la señal saliente del enlace terrestre si este existe en una forma apropiada para la **modulación**, donde las portadoras IF a 70 Mhz o 140 Mhz serán producidas.

Estas señales IF serán entonces procesadas separadamente o juntas en convertidores de frecuencias los cuales producen portadoras de salida de bajo nivel en la apropiada banda de frecuencia. (Ejem. 5.850 a 6.425 Ghz para banda C).

Las resultantes señales ya convertidas de subida de microondas serán amplificadas por el sistema de amplificación. Esto consiste de uno o mas amplificadores de poder, ambos de banda ancha (TWT Tubo de ondas viajeras, SSPA Amplificadores de potencia de estado sólido) o de banda estrecha (Klystron), y con un apropiada combinación de potencia para dar una salida única para la conexión a la porción de la transmisión del alimentador de la antena (Feed).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Esto requerirá una división de potencia de la señal recibida seguida por una conversión de bajada de la señal deseada a una frecuencia común intermedia (**IF**) la cual puede ser de 70 o 140 Mhz. En esta etapa por el uso de un filtro apropiado, la portadora simple o banda de interés puede ser seleccionada. Después de esta selección la señal IF se somete a un apropiado proceso de **demodulación** aplicada a la señal de Tx.

En algunos arreglos, el convertidor de bajada puede ser ubicado lejos de la estructura de la antena siendo así llamado enlace de interoperabilidad. Varios metros de guías de onda elíptica o cable coaxial es utilizado.

Para algunas estaciones operando en 4 Ghz utilizan fibra óptica para proveer el enlace de interoperabilidad.

#### **SISTEMA DE TRANSMISION TX**

Para el sistema de transmisión, la estación terrena multiplexa la señal saliente del enlace terrestre si este existe en una forma apropiada para la **modulación**, donde las portadoras IF a 70 Mhz o 140 Mhz serán producidas.

Estas señales IF serán entonces procesadas separadamente o juntas en convertidores de frecuencias los cuales producen portadoras de salida de bajo nivel en la apropiada banda de frecuencia. (Ejem. 5.850 a 6.425 Ghz para banda C).

Las resultantes señales ya convertidas de subida de microondas serán amplificadas por el sistema de amplificación. Esto consiste de uno o mas amplificadores de poder, ambos de banda ancha (TWT Tubo de ondas viajeras, SSPA Amplificadores de potencia de estado sólido) o de banda estrecha (Klystron), y con un apropiada combinación de potencia para dar una salida única para la conexión a la porción de la transmisión del alimentador de la antena (Feed).

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TWTs y SSPAs son unidades de banda ancha con las bandas totales de interés (Banda C) es inmediatamente disponible.

Klystrons operan bajo bandas más estrechas y son afinadas a través de la banda de interés en pasos de 40 Mhz u 80 Mhz.

### **AMPLIFICADORES DE POTENCIA**

Los amplificadores de potencia van desde los **SSPA** (Solid State Amplifiers, amplificadores de estado sólido) de algunos watts de potencia de salida a los grandes **TWT** (Travelling-Wave-Tube) Amplificadores de tubo con potencia de salida arriba de 3kW...

Las estaciones terrenas más pequeñas pueden utilizar SSPAs para un pequeño número de canales. El diseño robusto de los SSPAs más pequeños y su confiable naturaleza los hace ideales para sitios remotos.

El ejemplo típico podría ser un SSPA de 20W para una pequeña remota transmitiendo, es decir, 10 canales SCPC y un 3kW TWTA para una estación terrena grande operando en modo multiportadora transmitiendo, es decir, un número portadoras de alta capacidad.

Los SSPA tienen capacidad de hasta 400W, tienen un consumo alto de energía y requerimientos de sistema de refrigeración. Por esta razón en algunas aplicaciones un TWTA pequeño será a veces utilizado cuando el consumo de energía sea crítico. Por ejemplo una unidad TWTA sencilla de 400W podría requerir de 3kW de plenos de energía y por lo tanto necesita ser refrescado para mantener una temperatura estable.

El costo de de una planta de aire acondicionado y energía para un sistema redundante puede ser prohibido a menos que el aire acondicionado para el SSPA pueda ser originado y arrojado de un ambiente exterior. Este arreglo de refrigeramiento es una practica estándar para grandes Klystron y amplificadores TWTA.

Para estaciones teniendo un requerimiento para transmitir más de una portadora, una opción entre banda angosta y banda ancha tiene que hacerse. Bajo estas circunstancias, las consideraciones de inter modulación multiportadora tienen que ser balanceadas en contra de banda angosta combinando perdidas, y en ambos casos requerimientos de potencia de salida deben ser balanceados en contra de costos de energía principales.

Para estaciones transmitiendo solo una portadora es necesario tener una idea si la expansión de la estación es probable y en que forma ocurrirá (más portadoras o la expansión de la portadora existente). En ambos casos se deberá tomar sus precauciones en el sistema de diseño original.

Para estaciones operando con sistemas SCPC Single Carrier Per Channel (portadora simple por canal) es probable que la operación multiportadora de banda angosta ocurra, de nuevo dominando las limitaciones de inter-modulación.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### **LNA Amplificador de Bajo Ruido (Low Noise Amplifier)**

Los LNA (Fig. 4.2) han cambiado dramáticamente en su construcción en los últimos 20 años, antes eran unidades enfriadas criogénicamente, dando temperaturas de 20K a 4GHz, los cuales necesitaban grandes cantidades de equipo externo como compresores de helio, etc. El costo de mantenimiento era alto y a veces el costo era inaccesible.

Avances en la eficiencia de la antena y las técnicas de alimentación (Feed) así como la capacidad del satélite han guiado a la necesidad de minorizar los estrictos requerimientos de temperatura-ruido para los LNA.

Los amplificadores también se han desarrollado a tal estado que ahora el transistor de efecto de campo gallium arsenide (GaAsFET), que no necesita refrigeración y el HEMT (High Electrón Mobility Transistor) se hallan disponibles con temperaturas de bajo-ruido a menos de 30K a 4 Ghz. Tales unidades son mas compactas que los amplificadores paramétricos con mucho mas confiabilidad y casi sin requerimientos de mantenimiento, así como ser ya mas baratos. Estos amplificadores son también unidades de banda ancha.

#### **FIGURA DE MERITO.**

La figura de merito en un LNA/B es una medida de "que tan sensitivo es el LNB/A o cuanto ruido estará adicionando a la señal". Entre mas pequeña sea la figura de merito el LNA/B será capaz de recibir señales débiles.

Para banda C (3.4 a 4.2 Ghz) los LNA/B la figura de merito es expresada en Kelvin o K y es referida como temperatura de ruido. Kelvin representa el nivel de ninguna actividad molecular o de ningún ruido o sustancia en el sistema.

Un buen número para un LNB será 15 y un número típico será 30 K. En banda Ku (10.7-12.7 Ghz) los LNA/B son expresados en decibeles "dB". Es posible convertir kelvin

a dB usando tablas de comparación, un buen punto de referencia es 35 Kelvin =0.5 dB. Una buena figura de merito para banda Ku será 0.6 dB.

Para numerosas aplicaciones de parábolas pequeñas, como la televisión solo-recepción (TVRO) y servicios de negocios, el amplificador de bajo-ruido ha sido redefinido en **Convertidor de bajo ruido (LNB)**. Esto consiste de varias etapas de amplificadores FET seguidos normalmente por un simple proceso de conversión de bajada a una señal IF Standard de alrededor de 1 Ghz.

La unidad es normalmente adicionada directamente al alimentador de la antena (Feed) de la propia estructura de la antena. Obteniendo directamente alimentación del decodificador para el LNB del convertidor para el LNA.

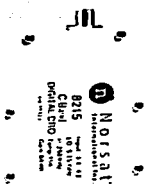


Fig. 4.2 LNA.

## **EQUIPO DE COMUNICACIÓN TERRENA**

Esta área de equipo cubre la conversión de frecuencia la modulación y demodulación.

### **CONVERTIDORES DE FRECUENCIA**

Los convertidores de subida traducen las señales entrantes IF de 70 Mhz (o 140 Mhz) del subsistema modulador en señales RF de 6 Ghz (Banda C) o 14 Ghz (Banda Ku), usando conversión de doble frecuencia. Se muestra un ejemplo en la Fig. 4.3.

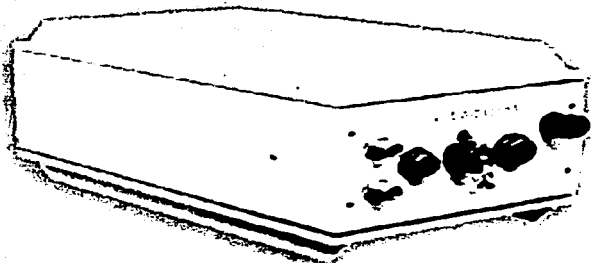
El grupo de ecualizador de retraso (GDE) pre-ecualiza el retraso causado por componentes reactivos en el sistema y el transponder del satélite.

El filtro IF en el modulo de trasmisión, filtra cualquier frecuencia indeseada de la señal transmitida para asegurar que esta dentro del ancho de banda asignada por el operador de satélite.

Los sintetizadores de frecuencia son mayormente usados en los módulos de convertidores de subida y bajada para proveer habilidad de cambiar las frecuencias de portadoras RF.

Los convertidores necesitan tener buena lineabilidad para proveer indeseadas inter modulaciones producto formado del sistema.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



**Fig. 4.3 Convertidor de frecuencia.**

### **MODULACIÓN/DEMULACIÓN**

La función de los moduladores en un sistema de estación terrena es superponer información ya sea análoga o digital sobre una portadora IF. Los demoduladores extraen la información digital o análoga de la señal IF entrante.

En transmisiones digitales, la modulación de fase es utilizada y la más comúnmente usada QPSK (Transmisión por desplazamiento de fase cuaternaria). Este tipo de modulación habilita a los satélites a entregar más información en la misma capacidad de satélite que era usada para entregar formatos análogos con incremento de calidad de señal. En otras palabras señales digitalmente moduladas pueden manejar grandes cantidades de datos con menos errores usando una menor capacidad del Satélite que con modulación análoga.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Los módems digitales modernos generalmente caen en dos clases: módems de red cerrada tienden a ser simples en diseño y solo operan como otros módems idénticos. Modems de red abierta han incrementado su flexibilidad de parámetros programables (Fig. 4.4) y se apegan estándares tales como INTELSAT o EUTELSAT para asegurar interoperabilidad entre equipos de fabricantes.

Muchos diseños incluyen la capacidad de operar a diferentes velocidades de bit, normalmente múltiplos de 64 Kbps. Algunas velocidades comunes usadas en telefonía internacional incluyen 512 Kbps, 1 Mbps, 2Mbps, 6Mbps, y 8 Mbps.

Las estaciones terrenas usadas para restaurar gran capacidad de redes de cable normalmente operan a 45Mbps, con un transponder de 36 Mhz y como más alto 140 Mbps y 155 Mbps donde los tranponders de 72 Mhz del satélite son disponibles.

**FEC** (Forward Error Correction) es aplicado a tasas de  $\frac{3}{4}$  o  $\frac{1}{2}$ , u ocasionalmente  $\frac{7}{8}$ , lo cual reduce el BER (Bit Error Rate) de los datos de la portadora.

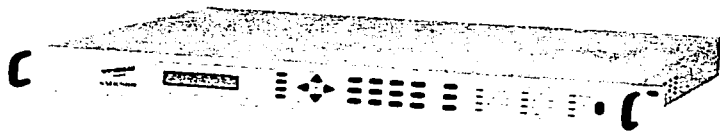


Fig. 4.4 Modem satelital.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **INTERFACES**

Los Modems pueden tener una variedad de interfaces terrestres dependiendo del cliente y su red. A bajas velocidades las interfaces V35 y RS449 son usadas.

La configuración requerida deberá considerar el grado de redundancia requerido y el numero de cadena de subida/bajada para la cual la estación esta equipada. La asignación deberá hacerse para las diferencias en el reloj de frecuencias entre las distantes estaciones terrenas y para efectos de movimiento constante del satélite.

Muchos diseños de modem incluyen un buffer como característica estándar. El tamaño requerido de buffer depende de la velocidad de los datos.

Diseños típicos para portadoras de 2.048 Mbits/s permiten la selección de buffer de tamaños arriba de 32 ms en incrementos de 4 ms. En sistemas análogos, la modulación de frecuencia es el proceso normal de modulación y los más comúnmente usados para modos de operación son FDM/FM y TV/FM para portadoras de televisión.

En el modo FDM/FM donde los canales de audio son multiplexados por división de frecuencia, el equipo terminal modula y demodula la portadora así como provee pre énfasis, desenfasis y dispersión de energía.

El uso de transmisión digital por televisión se incrementa, típicamente usando portadoras QPSK de varios anchos de banda, dependiendo de la calidad de video requerido.

## **EQUIPO DE MULTIPLEXADO**

El equipo multiplexor es colocado regularmente en el Site de la estación terrena, aunque algunos de los equipos podrían estar colocados en el centro internacional de switcheo.

El multiplexado digital puede tomar canales individuales digitales y montarlos usando técnicas de división en el tiempo TDM, hacia un simple flujo de bit digital para aplicación al subsistema demodulador.

El proceso inverso toma lugar en la dirección contraria. Puede ser usado también para extraer ciertos flujos de datos designados de largos flujos de datos. Debemos hacer por lo tanto una selección cuidadosa del equipo multiplexor para cumplir con los planes de tráfico.

## **EQUIPO DE CONTROL Y MONITOREO**

Equipo de control y monitoreo puede tomar diversas formas, desde una simple consola local con led de alarma y algunos switches de control hasta una PC o sistema UNIX con gráficos de color y capacidad de reconfiguración por la operación del teclado (Fig. 4.5).

En general, la clase de funciones la cual está disponible es el control total del movimiento de la antena. Control del amplificador incluyendo la capacidad de nivel de potencia de salida, switcheo sobre sistemas redundantes, indicaciones de fallas y condiciones de alarma la cual puede ser de área en área en vez de equipo por equipo.



**Fig. 4.5 Control y monitoreo.**

Un típico sistema de monitoreo y control tendrá pantallas mímicas organizadas en jerarquías de pantallas para los sistemas principales y subsistemas. La pantalla principal enseñara un resumen de status de todos los sistemas y subsistemas de la estación terrena y podría incluir equipos secundarios como fuentes de alimentación, aire acondicionado y seguridad.

Esto será mostrado en una secuencia de colores como una operación normal, fallas, en mantenimiento o no equipado. Pantallas mas detalladas enseñaran status de equipo, configuración de sistemas y desempeño de los equipos, por ejemplo frecuencias de transmisión y potencia total por cada portadora transmitida.

Funciones estadísticas que incluyan el poder grabar el desempeño del sistema como por ejemplo el nivel de beacon (frecuencia guía) ó portadora, nivel de recepción Eb/No, fallas de datos, interrupción de servicios.

La mayoría de los sistemas están basados en Windows y son totalmente reconfigurables por el operador. Por ejemplo cuando más equipo va a hacer adiconado a la estación terrena en un proyecto de expansión. Algunos sistemas tienen una base de datos de muchos equipos de fabricantes, los cuales pueden ser usados para controlar el equipo cuando sea instalado.

La Bitácora de fallas/alarmas puede ser muy valiosa cuando el problema se encuentra. Algunos sistemas pueden asistir en hacer agendas y grabar las rutinas y procedimientos de los mantenimientos. Algunos capaces de soportar redes LAN con una variedad de usuarios que puedan tener acceso al sistema. En la Fig. 4.6 tenemos un ejemplo.

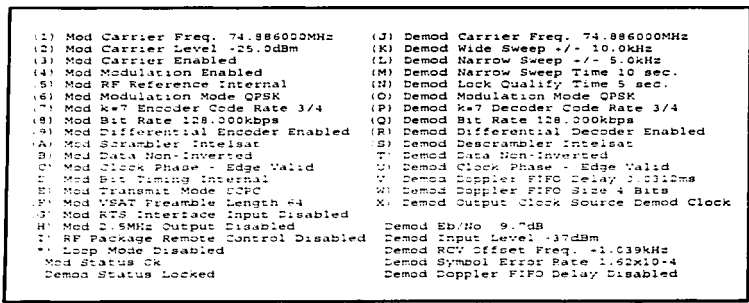


Fig. 4.6 Pantalla de control y fallas.

---

---

## **5. CASO PRÁCTICO**

A continuación veremos un caso real, comenzando por los requerimientos del Cliente: el tipo de datos a transmitir, localidad, si la red pretende crecer, etc.

#### **REQUERIMIENTO DE EL CLIENTE.**

Se le cotizara tomando en cuenta sus necesidades, haciendo los cálculos de enlace necesarios que incluyen Satélite, transpondedor, localidad, velocidad de Tx, modulación, ancho de banda, diámetro de la antena, frecuencias de operación, ganancia de la antena en Tx y Rx, temperatura de ruido total del sistema, figura de merito G/T de la estación Rx y del satélite, factor de calidad del enlace global como relación de Eb/No operativo del sistema, Fec, PIRE, así como niveles de potencia y perdida del enlace ascendente y descendente ("No adentramos en tema de los cálculos de enlace ya que solo nos enfocamos a estaciones terrenas, tomando como referencia la hoja de parámetros de acceso a SATMEX como se mostrara mas adelante").

Dando como resultado un equipamiento para un Sistema de transmisión de datos utilizando el Satélite Satmex 5, banda C para una portadora de 128 Kbps, desde la CD. De Oaxaca hacia la CD. De Toluca.

En base a estos cálculos se hace una oferta de equipo, así como gastos de instalación, estudios (varios) tiempo de trabajo. No se incluye el segmento satelital. Si el cliente esta de acuerdo con esta cotización y plan de trabajo se procederá a darle la descripción de los equipos como sigue:

#### **Equipamiento para Estación Central Transmisora.**

Reflector Andrew fabricado en aluminio de 3.7m de diámetro con alimentador de foco primario, soporte a carga de vientos de 72 Km. /h mínimo y de sobrevivencia de 200 Km. /h. Ganancia de Tx de 44.5 dBI a 6175 Mhz; Ganancia de Rx de 42.0 dBI incluye guías de onda y Material de integración; Polarización lineal/ortogonal; Aislamiento 30 dB's.

### **Subsistema de Potencia.**

Amplificador de estado sólido para banda C de 10 W F. I. de 70 Mhz, conector de salida del amplificador de potencia en CPR137; Frecuencia de transmisión: 5850 a 6425 Mhz; Frecuencia de recepción: 3,625 a 4,200 Mhz. Incluye Convertidor de subida/bajada para Banda C y material de integración (Cables de interconexión); Modem satelital VITACOM velocidad variable. Ver **anexo 2** para la conversión de Watt a dBm.

### **Equipamiento para estación receptora satelital.**

Antena parabólica tipo offset de 2.4 m; Polarización lineal/ortogonal incluye herrajes, canister, alimentador lineal y material de integración. HPA estado sólido VITACOM sin redundancia de 5 W con alimentación AC, Modem satelital VITACOM velocidad variable; sistema de monitoreo; LNA temperatura 40°K; Aislamiento de polarización 30 dB's. Estando enterados del equipamiento daremos seguimiento a la Inspección de Sitio.

## **INSPECCIÓN DE SITIO Y ESTUDIO DE INTERFERENCIA**

Típicamente estas son: temperatura externa y humedad, precipitaciones, nieve, viento, condiciones atmosféricas corrosivas y probabilidades de temblores etc.

Estos efectos pueden ser minimizados por la cuidadosa selección del sitio. Otros aspectos a considerar son las posibilidades de **Interferencia de Radio Frecuencia (RFI)** e interferencias electromagnéticas (**EMI**) en la estación terrena de otras fuentes y desde la estación terrena hacia otras instalaciones RF.

- Línea de vista.
- Suficiente espacio para colocar el equipo.
- Acceso fácil al sitio (transportación).
- Alimentación eléctrica regulada.

Después de haberse realizado la inspección de sitio (Site Survey) sin mayores contratiempos se dejan instrucciones al contratista con las especificaciones de la Obra civil (por lo regular incluye hasta 30 m de ducterías y cableados) que el Cliente quiera contratar o si lo requiere, nosotros nos encargaremos de la obra.

### **PUESTA EN OPERACIÓN**

Tan pronto como la obra civil haya concluido cumpliendo todas sus normas se procede a instalar. La parte regulatoria del espacio satelital en este caso SATMEX, proporcionara las frecuencias de acceso, con las características del enlace (como se muestra en la hoja de parámetros de acceso al satélite a continuación).





**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

FECHA:

/12/2003

SATELITE  
TRANSP.

SATMEX 5  
4 C

CLIENTE: Lincoln Electric S.A de C.V.  
USUARIO FINAL: Lincoln Electric S.A de C.V.

ENLACE				FREC. CENTRAL		PIRE		VEL.	MODULAC.	FEC	ANCHO DE B.	TEC. DE ACCESO
TRANSM.	ANT	RECEPT.	ANT	UP/L	DOWN/L	UP/L	DOWN/L					
(Tx)	(m)	(Rx)	(m)	(Mhz)	(Mhz)	(dBW)	(dBW)	(Kbps)			(Mhz)	

1	Oaxaca	3.7	Toluca	2.4	5947.088	3722.088	39.03	11.26	128	QPSK	0.075	0.15	SCPC
2	Toluca	2.4	Oaxaca	3.6	5947.238	3722.238	37.19	9.28	128	QPSK	0.075	0.15	SCPC
3													
4													
5													
6													
7													
8													

Total 0.3

PARAMETROS DE ACCESO AL SISTEMA MEXICANO DE SATELITES

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

### **Apuntamiento de la antena**

En nuestro caso la antena Maestra estará en Oaxaca tras armar la antena sobre la obra civil y equiparla con el Radio (Amp. Y Convertidor) Feed y LNA deberemos entonces localizar en nuestra tabla de azimut y elevación (**Anexo 1**) los valores correspondientes para Oaxaca 232.2°, 59° respectivamente, para Toluca 224.4°, 59.9° utilizando una brújula e inclinómetro. Nota: la elevación en la antena Offset se le restara -22.5 ° para obtener la inclinación real.

Para apuntar solo necesitamos recibir señal, en este caso una señal guía del satélite llamados Beacons o faros (4199.125 ó 4199.625 Mhz para Banda C), Introduciremos las frecuencias de estos Beacons al Radio con una PC, apoyados en nuestro analizador de espectros que interpreta (IF) y que nos muestra propiamente las señales y su polarización (Fig. 5.1).

Dependiendo del modelo del radio será el acceso de la frecuencia. Nótese que cuando estemos debidamente apuntados se introducirá la Frec. De acceso que SATMEX nos proporciona.

### **PRUEBAS Y ACEPTACION**

Una vez apuntada la antena hacia el satélite correspondiente, es necesario asegurarse que los equipos cumplan con los requerimientos. Además será necesario que una tercera persona pruebe la estación terrena (**El operador del Satélite SATMEX**) verificara que esta no cause interferencias a otros usuarios u otros satélites adyacentes. Esto resulta en varios niveles de prueba.

El contratista demanda una prueba completa de todo el sistema, estas pruebas serán realizadas en el sitio, de aquí que sean aceptadas.

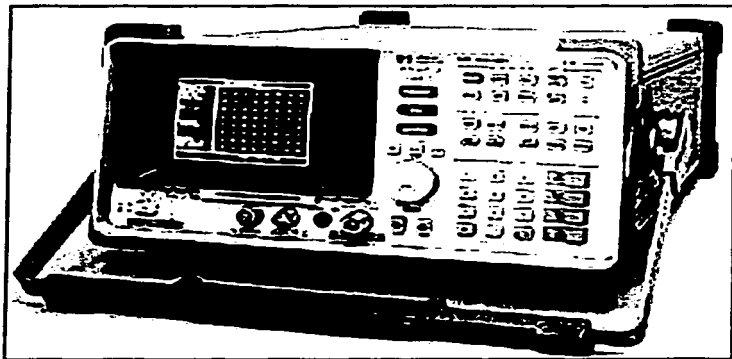
Las pruebas del sistema son diseñadas para probar que el sistema cumpla con todos los requerimientos obligatorios ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones) Estos incluyen pruebas para la antena, donde la ganancia de transmisión y recepción es medida y tests de potencia total, figura de merito G/T del sistema de RX será medido para asegurarse que la calidad de servicio sea logrado.



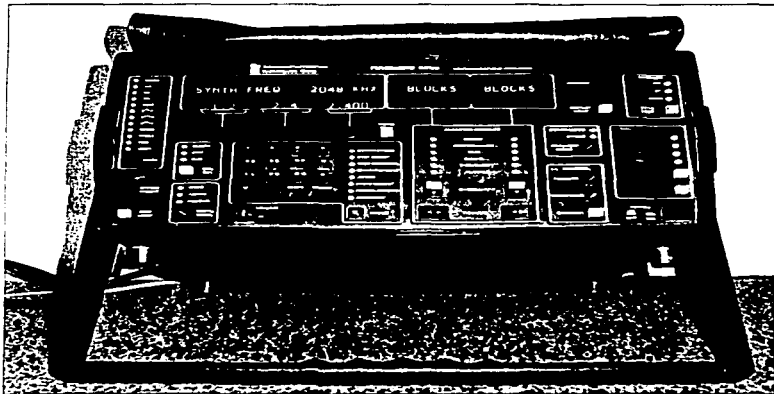
Pruebas de TX y RX generalmente incluyen como mínimo:

- Pruebas de aislamiento;
- Patrones de radiación;
- Estabilidad de frecuencia;
- Pruebas de ganancia para la antena, G/T usando el satélite;
- Capacidad de PIRE y niveles de parámetros
- Amplitud total de TX y respuesta de retardo de grupo;

TES:  
FALLA DE N



**Fig. 5.1** Analizador de espectros.



**Analizador de errores FIREBERD**

**Fig. 5.2 Equipos de prueba y monitoreo**

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

#### **Pruebas de aislamiento y potencia.**

Para empezar a probar la estación conectaremos ahora si la TX y Rx con el modem satelital a pie de la antena para mayor comodidad, configuraremos el radio con la frecuencia de subida y al modem con las características del enlace como frecuencia intermedia, velocidad, modulación, Fec, etc. SATMEX pedirá que habilitemos portadora pura, que detectaran en sus equipos de monitoreo, localizándonos. Ellos nos dirán si estamos correctamente polarizados, si no es así deberemos mover lentamente el alimentador que esta fijo al LNA, posiblemente hasta 90°.

Cuando hayamos alcanzado el debido aislamiento (30 dB's como mínimo) modularemos la señal. Seguirá una prueba de transmisión y recepción, todo el equipo será configurado para una **prueba de loop (Vuelta)**. Y el desempeño de la portadora es monitoreado, dejándolo correr 24 Hrs. (aquí se utiliza un analizador de errores FIREBERD, Fig. 5.2). Se sigue el mismo procedimiento para las estaciones remotas, habiendo en este caso dos portadoras habilitadas una por estación.

#### **Cruzamiento de frecuencias.**

Ahora se hará el cruzamiento de frecuencias con la estación remota, configurando el Modem satelital en su Recepción con la frecuencia de Transmisión de su remota para que se enlacen entre sí, esta misma operación se hará del lado remoto.

Se hace uso de relojes en el modem en este caso la maestra llevara el reloj maestro o interno, la remota entonces llevara el reloj esclavo. Después de una exitosa prueba, el trafico de datos puede ser añadido sobre el enlace satelital.

Por ultimo se podrá cablear desde la antena hasta el site, los metros de cable dependerán de que tan lejos este el site, previamente inspeccionado con cable coaxial belden se recomienda que no pase de 20 mts.

#### **MANTENIMIENTO**

Ahora que la estación terrena esta lista para operar es imperativo tener un plan para mantenerla operando. Se deberá tener suficiente equipo de repuesto así como equipo para probar el enlace satelital y de mantenimiento rutinario (dos veces por año mínimo).

Instrucciones de mantenimiento deberán estar listas, así como periodos para estos mantenimientos. El personal deberá tener los suficientes conocimientos del funcionamiento de los equipos, así como estar disponibles a cualquier hora. Aquí la filosofía de un sistema redundante es clave.

### **Resumiendo:**

En la Fig. 5.3 se muestra un ejemplo de RADIO (que incluye un amplificador – convertidor), un alimentador con su LNA operando en Banda C.

Como hemos dicho la señal se transmite y se recibe por el alimentador, siguiendo la cadena de recepción la señal debilitada pasa por el alimentador con frecuencia descendente del orden de 4 Ghz aprox. Es filtrada por el LNA quitándole ruido e inyectada hacia el Convertidor de bajada. Después de varios procesos la frecuencia es convertida en el orden de 70 a 140 Mhz. Será guiada entonces a través de cable coaxial hacia el site o telepuerto para que la información sea comprendida por el modem satelital.

Finalmente la información será extraída a través de una interfaz RS-232, RS-449, UTP, etc., directamente al usuario o aterrizada a un Telepuerto o nodo para ser guiada por medio de la RDSI (Telmex) hacia su destino final dentro del alcance de Telmex claro esta.

En la Fig. 5.4 se muestra la antena VSAT Receptora-transmisora de 2.4 m, haciendo una breve descripción de sus partes y equipo de comunicación.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

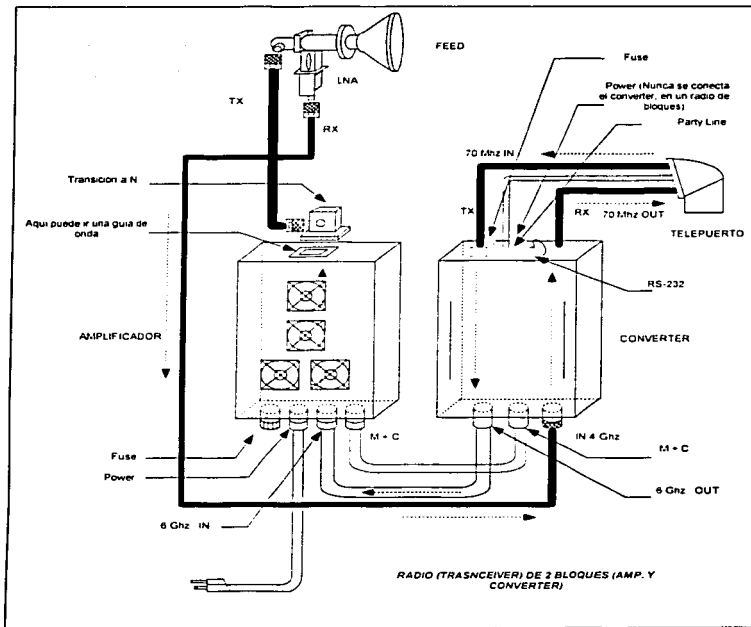


Fig. 5.3 Ejemplo de un radio de dos bloques (Amplificador y convertidor).

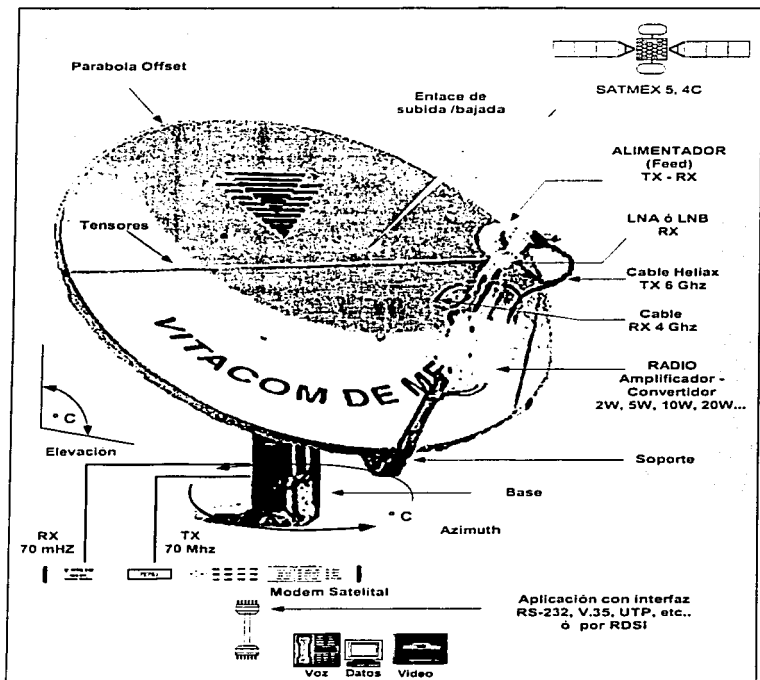


Fig. 5.4 Estación terrena VSAT con equipo satelital.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **Conclusiones.**

Las complejas redes de telecomunicación existentes en el mundo precisan de una variada gama de medios de comunicación que permitan el intercambio de información entre los usuarios de una red y redes externas, sin tener en cuenta su situación **geográfica.**

A pesar de que las estaciones satelitales están sujetas a demoras de propagación, se debilitan con las lluvias, nieves, manchas solares e interferencias de microondas. El sistema satelital se hace presente sin importar las barreras físicas y de distancia. El sistema satelital funciona aceptablemente incluso en áreas en donde apenas existen infraestructuras de comunicaciones y es la solución para los casos en que la transmisión terrestre o por microonda resulta imposible.

Se espera el desarrollo de los satelitales regenerativos, los cuales tendrán equipos procesadores de señales incorporadas en el satélite mismo mejorando las señales transmitidas. Enlaces ópticos ínter satelitales, los cuales reducirán el tiempo de propagación donde intervienen varios satélites. El uso de frecuencias mas altas 30/20 Ghz y 50/40 Ghz disminuyendo los problemas de atenuación causadas por la lluvia.

Las mejores comunicaciones traen consigo una mejor comprensión y oportunidades de cooperación. Ya sea que lo reconozcamos o no, la tecnología satelital pertenece a esa parte de creciente importancia en nuestra vida diaria. Las noticias, el clima, la información, la telefonía son transmitidas por varios cientos de satélites que orbitan la tierra. A los satélites originales para uso diplomático y de defensa se han sumado satélites de comunicaciones empresariales, de seguridad, educativos, personales y de comunicaciones. Se trata de un negocio global, complejo y en rápida evolución.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

LOCALIDAD:	SOLIDARIDAD II		SATMEX V		SATMEX VI	
	Azímüt	Elevación	Azímüt	Elevación	Azímüt	Elevación
Acapulco, Gro.	222.6°	64.9°	228.9°	62.2°	209.3°	68.5°
Aguascalientes, Ags	209.3°	62°	216.1°	60.1°	199.2°	63.9°
Caborca, Son.	181.6°	54.1°	189°	53.8°	174.2°	53.9°
Campeche, Camp.	232.3°	55.1°	236.9°	52.2°	226°	58.7°
Cancun, Q Roo	235.3°	50.5°	238.8°	47.6°	229.9°	54.1°
Cd. Juárez, Chih.	194.2°	52.9°	200.1°	51.9°	183.7°	53.7°
Cd. Victoria, Tamp.	213.3°	58.4°	219.2°	56.3°	204.6°	60.6°
Chetumal, Q Roo	236.9°	54°	240.5°	51°	231.3°	57.8°
Chihuahua, Chih.	195.6°	56.2°	202°	55.1°	186.6°	57°
Chilpancingo, Gro.	221.2°	64°	227.4°	61.4°	221.3°	66.8°
Coatzacoalcas, Ver.	228.8°	59.3°	233.6°	56.5°	218.7°	63.5°
Colima, Col.	209.3°	64.7°	216.7°	62.7°	198.1°	66.6°
Cuernavaca, Mor.	219.6°	63°	225.8°	60.6°	209.9°	65.7°
Culiacan, Sin.	195.4°	60.9°	202.8°	59.7°	185.2°	61.7°
Durango, Dro.	202.1°	60°	209°	58.5°	192.4°	61.3°
Guadalajara, Jal.	208.2°	63.6°	215.4°	61.7°	197.4°	65.4°
Hermosillo, Son.	206.1°	53.1°	211.7°	51.5°	198.2°	54.7°
Jalapa, Ver.	223.7°	60.1°	229.1°	57.5°	215.3°	63.1°
Leon, Gto.	210.8°	61.8°	218.2°	59.6°	201.8°	63.7°
La Paz, B.C.S.	188.4°	61.5°	196.2°	60.9°	177.9°	61.9°
Matamoros, Tamp.	214.7°	55.3°	220.2°	53.3°	204.4°	58.2°
Mazatlan, Sin.	198.4°	61.8°	205.8°	60.4°	184.9°	63°
Mexico, D.F.	216.9°	62.2°	224.5°	59.8°	208.9°	64.8°
Merida, Yucatan	232.8°	53.6°	236.7°	50.7°	226.7°	57.1°
Mexicali, B.C.N.	177.1°	52.6°	183.3°	52.6°	169.1°	52.1°
Monterrey, N.L.	209.4°	57°	215.4°	55.2°	200.8°	58.9°
Morelia, Mich.	214.1°	63.4°	220.8°	61.2°	203.7°	65.7°
Oaxaca, Oax.	227°	61.8°	232.2°	59°	218.5°	65°
Pachuca, Hgo.	218.8°	60.7°	224.6°	58.3°	209.8°	63.3°
Puebla, Pub.	220.4°	61.6°	226.2°	59.1°	211.2°	64.3°
Queretaro, Oro.	214.8°	61.9°	221.2°	59.7°	203.2°	63.7°
Saltillo, Coah.	209.2°	57.1°	215.2°	55.3°	200.6°	59°
San Luis Potosi, S.L.P.	209.5°	60.6°	218.6°	58.1°	203°	62.2°
Tampico, Tamp.	218.1°	58.2°	223.6°	55.9°	207.1°	61.4°
Tapachula, Chiapas	238.9°	59°	242.1°	57°	229.5°	65.2°
Tepec, Nayarit	204.6°	63.1°	212°	61.4°	193.8°	64.6°
Tijuana, B.C.N.	173.2°	52.5°	179.4°	52.7°	165.4°	51.7°
Tlaxcala, Tlax.	223.9°	60.1°	229.3°	57.4°	213°	63.8°
Toluca, Edo. Mex.	218.2°	62.3°	224.4°	59.9°	205.6°	65.5°
Torreón, Coah.	203.5°	58.4°	210°	56.9°	191.5°	60.2°
Tuxtla Gtz., Chiapas	233.4°	59.8°	237.8°	56.8°	224°	64.4°
Veracruz, Ver.	222.4°	60.3°	229.3°	57.4°	215.7°	63.1°
Villahermosa, Tab.	233°	58.3°	237.3°	55.4°	224.7°	62.9°
Zacatecas, Zac.	208.2°	61°	214.9°	59.2°	195.4°	63.2°
Zamora Mich.	210.7°	63.2°	217.6°	61.1°	200.2°	65.2°

ANEXO 1 Tabla de localización de los satélites

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Watt	dBm	Watt	dBm	Watt	dBm	Watt	dBm	Watt	dBm
1.00	30.0000	48.00	46.8124	95.00	49.7772	142.00	51.5229	189.00	52.7646
2.00	33.0103	49.00	46.9020	96.00	49.8227	143.00	51.5534	<b>190.00</b>	<b>52.7854</b>
3.00	34.7712	<b>50.00</b>	<b>46.9897</b>	97.00	49.8677	144.00	51.5836	191.00	52.8103
4.00	36.0206	51.00	47.0757	98.00	49.9123	145.00	51.6137	192.00	52.8330
5.00	36.9897	52.00	47.1600	99.00	49.9564	146.00	51.6435	193.00	52.8556
6.00	37.7815	53.00	47.2428	<b>100.00</b>	<b>50</b>	147.00	51.6732	194.00	52.8780
7.00	38.4510	54.00	47.3239	101.00	50.0432	148.00	51.7026	195.00	52.9003
8.00	39.0309	55.00	47.4036	102.00	50.0860	149.00	51.7319	196.00	52.9226
9.00	39.5424	56.00	47.4819	103.00	50.1284	<b>150.00</b>	<b>51.7609</b>	197.00	52.9447
<b>10.00</b>	<b>40</b>	57.00	47.5587	104.00	50.1703	151.00	51.7898	198.00	52.9667
11.00	40.4139	58.00	47.6343	105.00	50.2119	152.00	51.8184	199.00	52.9885
12.00	40.7918	59.00	47.7085	106.00	50.2531	153.00	51.8469	<b>200.00</b>	<b>53.0103</b>
13.00	41.1394	<b>60.00</b>	<b>47.7815</b>	107.00	50.2938	154.00	51.8752	201.00	53.0320
14.00	41.4613	61.00	47.8533	108.00	50.3342	155.00	51.9033	202.00	53.0535
15.00	41.7609	62.00	47.9239	109.00	50.3743	156.00	51.9312	203.00	53.0750
16.00	42.0412	63.00	47.9934	<b>110.00</b>	<b>50.4139</b>	157.00	51.9590	204.00	53.0963
17.00	42.3045	64.00	48.0618	111.00	50.4532	158.00	51.9866	205.00	53.1175
18.00	42.5527	65.00	48.1291	112.00	50.4922	159.00	52.0140	206.00	53.1387
19.00	42.7875	66.00	48.1954	113.00	50.5308	<b>160.00</b>	<b>52.0412</b>	207.00	53.1597
<b>20.00</b>	<b>43.0103</b>	67.00	48.2607	114.00	50.5690	161.00	52.0683	208.00	53.1806
21.00	43.2222	68.00	48.3251	115.00	50.6070	162.00	52.0952	209.00	53.2015
22.00	43.4242	69.00	48.3885	116.00	50.6446	163.00	52.1219	<b>210.00</b>	<b>53.2221</b>
23.00	43.6173	<b>70.00</b>	<b>48.4509</b>	117.00	50.6819	164.00	52.1484	211.00	53.2428
24.00	43.8021	71.00	48.5126	118.00	50.7188	165.00	52.1748	212.00	53.2634
25.00	43.9794	72.00	48.5733	119.00	50.7555	166.00	52.2011	213.00	53.2838
26.00	44.1497	73.00	48.6332	<b>120.00</b>	<b>50.7918</b>	167.00	52.2272	214.00	53.3043
27.00	44.3136	74.00	48.6923	121.00	50.8279	168.00	52.2531	215.00	53.3244
28.00	44.4716	75.00	48.7506	122.00	50.8636	169.00	52.2789	216.00	53.3445
29.00	44.6240	76.00	48.8081	123.00	50.8991	<b>170.00</b>	<b>52.3044</b>	217.00	53.3646
<b>30.00</b>	<b>44.7712</b>	77.00	48.8649	124.00	50.9342	171.00	52.3300	218.00	53.3846
31.00	44.9136	78.00	48.9209	125.00	50.9691	172.00	52.3553	219.00	53.4044
32.00	45.0515	79.00	48.9763	126.00	51.0037	173.00	52.3805	<b>220.00</b>	<b>53.4242</b>
33.00	45.1851	<b>80.00</b>	<b>49.0309</b>	127.00	51.0380	174.00	52.4055	221.00	53.4439
34.00	45.3148	81.00	49.0849	128.00	51.0721	175.00	52.4304	222.00	53.4635
35.00	45.4407	82.00	49.1381	129.00	51.1059	176.00	52.4551	223.00	53.4830
36.00	45.5630	83.00	49.1908	<b>130.00</b>	<b>51.1394</b>	177.00	52.4797	224.00	53.5025
37.00	45.6820	84.00	49.2428	131.00	51.1727	178.00	52.5042	225.00	53.5218
38.00	45.7978	85.00	49.2942	132.00	51.2057	179.00	52.5285	226.00	53.5411
39.00	45.9106	86.00	49.3450	133.00	51.2385	<b>180.00</b>	<b>52.5527</b>	227.00	53.5603
<b>40.00</b>	<b>46.0206</b>	87.00	49.3952	134.00	51.2710	181.00	52.5768	228.00	53.5793
41.00	46.1278	88.00	49.4448	135.00	51.3033	182.00	52.6007	229.00	53.5984
42.00	46.2325	89.00	49.4939	136.00	51.3354	183.00	52.6245	<b>230.00</b>	<b>53.6172</b>
43.00	46.3347	<b>90.00</b>	<b>49.5424</b>	137.00	51.3672	184.00	52.6482	231.00	53.6361
44.00	46.4345	91.00	49.5904	138.00	51.3988	185.00	52.6717	232.00	53.6549
45.00	46.5321	92.00	49.6379	139.00	51.4301	186.00	52.6951	233.00	53.6736
46.00	46.6276	93.00	49.6848	<b>140.00</b>	<b>51.4612</b>	187.00	52.7184	234.00	53.6922
47.00	46.7210	94.00	49.7313	141.00	51.4922	188.00	52.7416	235.00	53.7107

ANEXO 2 Tabla de equivalencias entre watts y dBm's

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## GLOSARIO

**Amplificador.-** Dispositivo eléctrico que aumenta o amplifica el nivel de las señales eléctricas, pero que desafortunadamente también aumenta o amplifica los ruidos y las perturbaciones en una línea. Los amplificadores son usados en todos los sistemas telefónicos tanto análogos como digitales, pero en los sistemas digitales las señales se regeneran y luego se amplifican. Como resultado, el ruido es menos prevalescente.

**Amplitud.-** La distancia entre el punto mas alto y más bajo en una señal u onda. También se conoce como la altura en una onda.

**Amplitud Modulation (AM) - Modulación de amplitud.-** Un método para modular o añadir información a una señal electrónica, haciendo que la amplitud o el nivel de esta señal varíe proporcionalmente con el nivel de la información o señal que se desea transmitir.

**Azmut.-** que es el otro parámetro, se indica con grados Este u Oeste, tomando como referencia, aunque no se diga explícitamente, la longitud de Greenwich, es el ángulo de rotación sobre el plano horizontal respecto a la posición del satélite.

**Banda base.-** Una forma de modulación en la cual las señales son pulsadas directamente en el medio de transmisión, sin división de frecuencia.

**Beacon.-** Señales guías o faros del satélite que sirve para identificar al satélite.

**Broadcast/Radiodifusión.-** Enviar información a uno o más dispositivos receptores simultáneamente mediante una red de comunicaciones de datos, correo de voz, sistema de correo electrónico, televisión local o estación de radio, o un sistema de satélite.

**Buffer.-** En transmisión de datos es un separador de una localidad temporal de almacenamiento para información siendo enviada o recibida. Está usualmente localizado entre dos dispositivos que tienen diferentes habilidades o velocidades para manejar los datos. El separador actúa como una represa, capturando los datos y entonces destilándolos a velocidades que el río inferior puede manejar sin inundar o desbordar las orillas.

**Carrier/Portadora.-** Señal electromagnética que contiene información. Señal eléctrica a una frecuencia continua, capaz de ser modificada para transmitir más información. Son las modificaciones o los cambios desde la frecuencia básica del portador que se convierte en la información transmitida. Las modificaciones se hacen vía amplitud, frecuencia o fase. El proceso de modificar una señal portadora se llama modulación.

**DAMA/ Acceso multiple sobre demanda/ asignado.-** Una manera de compartir la capacidad de un canal, asignado la capacidad a requerimiento de un canal desocupado o a una ranura de tiempo no usada.

**dBm.-** Decibles por debajo de 1 Mw. El nivel de señal por encima de la referencia de 1 Mw. Similarmente, un dBm0 se refiere a la potencia de salida expresada en dBm cuando no hay señal de entrada.

**Decibel (dB).-** Unidad para medir la potencia de sonido o el nivel de una señal. Se expresa como la relación entre dos variables. "La potencia en circuitos de telecomunicaciones es tan baja que normalmente debe medirse en mili vatios; sin embargo, los mili vatios no son unidades convenientes para expresar diferencias de nivel de potencia entre circuitos de voz. Los mismos están diseñados de acuerdo al oído

humano. Tienen una respuesta logarítmica a los cambios en potencia (de la misma manera que el ojo humano tiene una respuesta logarítmica a los cambios de la luz). Por lo tanto, en telefonía el decibel, que es una medida logarítmica en ves de lineal, se usa para medir la potencia relativa entre circuitos o los niveles de transmisión entre dos puntos.

**Decoder/Decodificador.-** Dispositivo para convertir la información de un formato a otro---típicamente de analógico a digital o viceversa.

**Demodulación.-** El proceso de remover una señal eléctrica de una señal portadora o una onda. Es lo contrario de modulación.

**Down/Converter - Convertidor de frecuencia descendente.-** Dispositivo para llevar a cabo la conversión de frecuencia de tal manera que las frecuencias de salida sean más bajas en el espectro que las frecuencias de entrada.

**Duplex.-** Doble transmisión simultánea de dos vías en ambas direcciones.

**Eb/No.-** Energía por bit sobre ruido, proporciona una medida del rendimiento del enlace.

**EHF.-** Frecuencia extremadamente alta, frecuencia entre 30 Ghz y 300 Ghz.

**ELF.-** Frecuencia extremadamente baja, frecuencia entre 3 Hz y 30 Hz.

**Elevación.-** Es el parámetro más importante para apuntar un satélite, es decir, los grados de inclinación de la parábola con respecto al suelo. En la práctica, en la línea del Ecuador, se situará en horizontal, 0 grados, mientras que cuanto más nos alejemos hacia el Norte, más tendremos que bajarla, más grados.

**EMI/Interferencia electromagnética.-** Filtración de radiación de un medio de transmisión debido a energía de alta frecuencia. El EMI es reducido mediante blindaje de cobre.

**FEC.-** Corrección anticipada de errores.

**Feed.-** Alimentador.

**FDMA.-** Acceso multiple por división de frecuencia. Tecnología usada para separar múltiples transmisiones a través de una asignación de frecuencia limitada.

**FDM.-** Multiplexaje por división de frecuencia. Técnica en la cual el ancho de banda de transmisión de un circuito disponible es dividido por frecuencia a bandas mas estrechas, cada una usada para separar canales de transmisión de voz y datos. Esto significa que usted puede transmitir muchas conversaciones en un circuito. Las conversaciones son separadas por "canales guardianes". La FDM es aun el método mas usado para multiplexar conversaciones de larga distancia. Es típicamente usado en transmisiones análogas.

**Frecuencia.-** La velocidad a la cual una corriente eléctrica se alterna, usualmente medida en Hertz. **Hertz** es una unidad de medición que significa "ciclos por segundo". Por lo tanto, la frecuencia iguala el número de ciclos de corriente completos ocurriendo en un segundo.

**Frequency Modulation (FM)/Modulación de frecuencia.-** Técnica de modulación en la cual la frecuencia portadora es cambiada por una cantidad proporcional al valor de la señal moduladora. La amplitud de las señales portadoras permanece constante. La desviación de la frecuencia portadora determina el contenido de la señal del mensaje. La televisión comercial y los radios FM usan esta técnica, la cual es mucho menos sensitiva al ruido y a interferencias.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

RESERVADOS LOS DERECHOS DE AUTOR. NO SE PUEDE REPRODUCIR SIN PERMISO DEL EDITOR.

**HF.-** Frecuencia alta, frecuencia entre 3 Mhz y 30 Mhz.  
**HPA.-** Amplificador de alta potencia.  
**Hub.-** Estación terrena maestra para una o varias estaciones remotas.  
**IF.-** Frecuencia intermedia.  
**ITU.-** [www.itu.org](http://www.itu.org) Unión internacional de telecomunicaciones.  
**LAN-Red de área local.-** Red de comunicaciones de datos de corta distancia (típicamente dentro de un edificio), usado para enlazar computadoras y dispositivos periféricos.  
**LF.-** Frecuencia baja, frecuencia entre 30 Khz. y 300 Khz.  
**LNA.-** Amplificador de bajo ruido.  
**LNB.-** Amplificador de bloque.  
**MCPC.-** Portadora Multiple por canal.  
**MF.-** Frecuencia media, frecuencia entre 300 Khz. y 3 Mhz.  
**Modem.-** Equipo electrónico que convierte señales de analógicas a digitales y viceversa.  
**OSI/Sistema abierto de interconexión.** Configuración aceptada a nivel internacional de normas para comunicaciones entre diferentes sistemas fabricados por diferentes proveedores. Este modelo organiza el proceso de comunicaciones en siete diferentes categorías y coloca estas categorías en una secuencia de capas las capas 7 a 4 se ocupan de las comunicaciones de extremo-extremo entre la fuente de mensaje y el destino, mientras que las capas 3 a 1 se ocupan del acceso a la red.  
**Offset.-** Modo de mayor rendimiento de Rx de una antena, se alcanza mayor ganancia.  
**PCM/Modulación de pulsos codificados.-** Método más común para codificar una sola de voz analógica en una corriente de bits digitales  
**Polarización.-** Característica de una radiación electromagnética (por ejemplo, onda de luz, radio o microonda) donde el vector del campo eléctrico de la energía de la onda está perpendicular a la dirección principal, o vector, del rayo electromagnético.  
**QPSK.-** Transmisión por desplazamiento de fase cuaternaria.  
**Radio.-** La ciencia de comunicarse a cierta distancia convirtiendo los sonidos o señales a ondas electromagnéticas e irradiarlas a través del aire o del espacio.  
**Radio Frecuencia.-** Grupo de energía electromagnética cuyas longitudes de onda están entre el alcance del audio y de luz.  
**RFI.-** Interferencia de radio frecuencia.  
**RS-232.-** Conjunto de normas especificando varias características eléctricas y mecánicas para interfaces entre computadoras, terminales y Modems.  
**SCPC.-** Portadora simple por canal.  
**SHF.-** Frecuencia súper alta, frecuencia entre 3 Ghz y 30 Ghz.  
**SLF.-** Frecuencia súper baja, frecuencia entre 30 Hz y 300 Khz.  
**SSPA.-** Amplificador de estado sólido.  
**Transponder.-** Canal de comunicación que recibe una señal, la amplifica cambia su frecuencia y la vuelve a transmitir hacia la tierra.  
**TCP/IP.-** Protocolo de control y transferencia/Protocolo de Internet.  
**TDMA.-** Acceso multiple por división en el tiempo. Usado para asignar una cantidad discreta de ancho de banda a cada usuario, para permitir muchas conversaciones

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

simultaneas, sin embargo a cada usuario se le asigna un segmento de tiempo específico para transmisión

**TDM/Multiplexaje por división en el tiempo.-** Técnica para transmitir simultáneamente una cantidad separada de señales de datos, voz y/o video a través de un medio de comunicaciones mediante la intercalación de una porción de una señal de frecuencia.

**TT&C.-** Estaciones de telemetría, comando y rastreo.

**TVRO.-** Receptora de TV únicamente.

**TWTA.-** Amplificador de tubo de onda viajera.

**UHF.-** Frecuencia ultra alta, frecuencia entre 300 Mhz y 36 Ghz.

**ULF.-** Frecuencia ultra baja, frecuencia entre 300 Hz y 3 KHz.

**UTP/Par torcido sin blindaje.-** Cable con uno o más pares torcidos de conductores de cobre aislados unidos en una sola cubierta plástica alcanzando hasta los 16 Mbps, si no fueran blindados pudieran emitir radiaciones a esas velocidades.

**Up-Converter/Convertidor de frecuencia.-** Dispositivo para llevar a cabo transformación de frecuencia en tal forma que las frecuencias de salida sean más altas que las frecuencias de entrada.

**VSAT.-** Terminal de pequeña apertura. De 1.5 a 3.0 mts

**VHF.-** Frecuencia muy alta, frecuencia entre 30 Mhz y 300 Mhz.

**Longitud de onda.-** La distancia entre los picos de una onda electromagnética. La distancia que viaja una onda durante un ciclo completo.

**Guía de onda.-** Una estructura conductiva capaz de apoyar y propagar uno o más modos. Más específicamente, una guía de onda es un tubo metálico hueco de ingeniería refinada usado para transmitir señales de radio microonda desde la antena al radio y viceversa. Las guías de onda están disponibles en varias formas, rectangulares, elípticas o circulares. Son muy sensitivas y deben ser manejadas muy gentilmente. Las guías de onda pueden contener un material dieléctrico sólido o gaseoso.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **BIBLIOGRAFIA**

- **Satellite Communications Systems**  
B. G. Evans  
Institute of Electrical Engineers. 3<sup>rd</sup> Edition  
2000
- **Satellite Comunications**  
Dennis Roddy  
Mc Graw Hill-Second edition  
1996
- **Understanding Wireless Network Acces for Data Applications (Training)**  
Telecommunications Research Associates  
2000  
<http://www.tra.com>
- **Vitacom de México S.A de C.V.**  
Enlaces Satelitales y Microondas  
2002  
Blvd. Adolfo López Mateos int. 4-A  
Col. El Potrero Atizapán de Zaragoza  
<http://vitacom.com.mx>  
TEL. 5366-7030
- **Sistema de comunicaciones electrónicas**  
Wayne Tomasi  
Prentice Hall  
1996. Segunda edición.
- **Diccionario de telecomunicaciones**  
Lazo-Ardois  
Flatiron Publishing, inc.  
1995. Primera edición.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**