



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Estudios Superiores
CUAUTITLAN

COMUNICACIONES.

"TRANSMISION VIA SATELITE"

TRABAJO DE SEMINARIO
Que para obtener el titulo de
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
p r e s e n t a
VICTOR LOPEZ MONTOYA

ASESOR: ING. JUAN GONZALEZ VEGA

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México

1997

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
PRESENTE.

AT'N: ING. RAFAEL RODRIGUEZ CEBALLOS
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES-C.

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

"Comunicaciones"

"Transmisión Vía Satélite"

que presenta el pasante: Victor López Montoya

con número de cuenta: 8731697-0 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.

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Comité Local, Edo. de México, a 11 de Septiembre de 1997

MODULO:

PROFESOR:

FIRMA:

III

Ing.

Juan González Vega

IV

Ing.

Vicente Magaña González

I

Ing.

Alfonso Contreras Márquez

DEP/VOBOSEM

AGRADECIMIENTOS

A Dios: Por que sin él simplemente nada de esto hubiera sido posible, "Gracias" por darme una familia como la que tengo, por guiarme por el buen camino, por la inteligencia y fortaleza para lograrlo.

A "Celes y Pedro": Por ser unos padres excelentes y un ejemplo a seguir de amor, trabajo y superación constantes, por que "Gracias" a ellos, a la educación y consejos que me dieron han contribuido a mi formación como persona.

Gracias por su apoyo en todo momento difícil, por sus horas de desvelo y por todo su amor. Esta meta alcanzada lo es también de ustedes y que esto de la pauta para lograr mucho más.

Su hijo que los ama: **Victor.**

A Mi Familia: Gracias por creer en mi, por su cariño y por todo el apoyo moral y económico brindado durante la carrera, y por ser como son, maravillosos.

A Mi Hermano Fernando: † (Requiescat In Pace)

Por ser un ejemplo de paz, honradez, vocación de servicio y trabajo duro; para nosotros los ingenieros dar lo mejor de uno mismo para un Mundo que nos lo demanda.

"Quien cree en ti Señor no morirá para siempre"

"Virtud del hombre sensato es encontrar motivo de alegría aún en plena adversidad"

A La Universidad: Por abrirme las puertas del conocimiento Universal, para mi formación profesional, agradezco también a los catedráticos y a todo el personal que en ella labora para que funcione en conjunto, como una gran Institución.

Y sobre todo por hacer realidad un sueño, que hoy es una realidad ser Ingeniero.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

INDICE

INTRODUCCION	1
CAPITULO 1 "EL ESPECTRO DE FRECUENCIAS"	4
1.1 ESPECTRO DE FRECUENCIAS	5
1.2 REFLEXION DE LAS ONDAS ELECTROMAGNETICAS	9
1.3 ESPECTRO DE MICROONDA	10
1.4 BANDA DE FRECUENCIAS DE TRASMISION VIA SATELITE	10
1.5 CARACTERISTICAS Y POTENCIAL DE LAS COMUNICACIONES POR SATELITE	11
CAPITULO 2 "METODOS DE MODULACION"	14
2.1 DEFINICION DE MODULACION Y DEMODULACION	15
2.2 MODULACION POR AMPLITUD DE PULSOS (PAM)	16
2.3 MODULACION DE DIGITAL	22
2.4 MODULACION DE PULSOS CODIFICADOS (PCM)	23
2.5 MODULACION ASK	24
2.6 MODULACION FSK	25
2.7 MODULACION PSK	26
2.8 MODULACION BPSK	27
2.9 MODULACION QPSK	28

CAPITULO 3 "TECNICAS DE MULTIPLEXAJE"	29
3.1 ADAPTACION DE LA INFORMACION	30
3.2 MULTIPLEXAJE	36
3.3 MULTIPLEXAJE POR DIVISION DE FRECUENCIA (FDM)	37
3.4 MULTIPLEXAJE POR DIVISION DE TIEMPO (TDM)	39
CAPITULO 4 "TECNICAS DE ACCESO AL SATELITE"	40
4.1 TECNICAS DE ACCESO AL SATELITE	41
4.2 CONSIDERACIONES DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE ACCESO MULTIPLE	42
4.3 GENERALIDADES DE ACCESO MULTIPLE	45
4.4 ACCESO MULTIPLE POR DIVISION DE FRECUENCIA (FDMA)	47
4.5 ACCESO MULTIPLE POR DIVISION DE TIEMPO (TDMA)	50
4.6 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE TDMA	52
CAPITULO 5 "OPERACION DE UN SISTEMA VIA SATELITE"	53
5.1 CARACTERISTICAS DE UN SISTEMA DE COMUNICACION VIA SATELITE	54
5.2 SISTEMA DIGITAL DE TRANSMISION VIA SATELITE	56
5.3 TOPOLOGIA UTILIZADA EN TRANSMISION VIA SATELITE	56
CONCLUSIONES	57
GLOSARIO	59
BIBLIOGRAFIA	64

INTRODUCCION

La finalidad de este trabajo es conocer las características de modulación, técnicas de multiplexaje y las principales técnicas de acceso a satélites; así como las ventajas y desventajas de dichas técnicas.

También tener conocimiento de los principios básicos de cada una de las técnicas de acceso para la distinción entre ellas.

Las estaciones terrenas deben acceder, simultáneamente a un mismo satélite, ahora bien, este no dispone más que de una potencia electrónica y un ancho de banda limitadas y fijadas. Por consiguiente hay que buscar la forma de optimizar su utilización, adoptando el mejor tipo de acceso, compatible con la red y con el estado de la técnica.

La diferencia principal entre un sistema de comunicación analógico y un sistema digital, es que en el analógico el número de ondas posibles en teoría es infinito, mientras que el digital se transmite una forma de onda determinada, de entre un número finito de formas posibles.

Entre las principales ventajas de un sistema de comunicación digital se encuentran las siguientes:

- **Facilidad de regeneración de las señales:** dado que los circuitos digitales operan usando dos rangos de voltaje determinados para representar sus dos estados posibles (cero "0" o uno "1"), dicho pulso es fácilmente regenerado siempre y cuando no haya caído por debajo de cierto umbral de decisión, a los amplificadores que realizan esta tarea se les conoce como regeneradores.

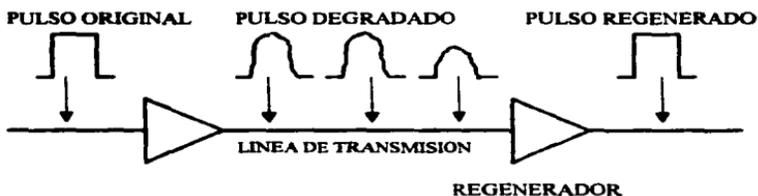


Ilustración 1 Degradación y Regeneración de un Pulso Digital

- **Mayor confiabilidad:** mediante técnicas digitales de detección de error es posible obtener tasas de error muy bajas, aún en casos de existir un número considerable de errores a nivel de bit (BER), haciendo posible obtener una fidelidad de señal muy alta.

- **Más alto desempeño:** con la implementación de filtros digitales para procesar las señales, lográndose parámetros de atenuación, respuesta en frecuencia y fase muy superiores a los filtros analógicos.

- **Simplicidad para combinar señales:** la combinación de señales utilizando Multiplexaje por División de Tiempo (TDM), es más sencillo que la combinación de señales analógicas usando Multiplexaje por División de Frecuencia (FDM).

- **Facilidad para la implementación de nuevas aplicaciones:** el uso de técnicas digitales que permite por ejemplo desarrollar algoritmos y métodos para asegurar la privacidad de la información como la codificación ó el cifrado de mensajes.

- **Gran flexibilidad:** es posible agrupar diferentes tipos de señales digitales tales como: (voz, datos y video), y tratarlas de forma idéntica para su transmisión o conmutación, ya que todas ellas se representan mediante "bits". El ejemplo más claro es el concepto de la "Red Digital de Servicios Integrados" (ISDN), que contempla la integración de muchos tipos de señales de diferente origen.

El primer método de transmisión digital usado comercialmente fue la Modulación por Pulsos Codificados (PCM); éste sigue siendo el método más común de codificar señales de voz y es la base para el desarrollo de métodos más complejos de codificación utilizados en la actualidad.

Los métodos digitales hacen posible el uso de satélites en nuevas y más eficientes formas como el Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA), y estos llevan a cabo el proceso de señales complejas a bordo del mismo satélite. Los sistemas digitales pueden ser usados para una transmisión eficiente de señales de voz, datos y video. Las señales digitales pueden ser codificadas fácilmente de tal manera que no sean utilizadas por personas no autorizadas.

“EI ESPECTRO DE FRECUENCIAS”

CONTENIDO

1.1 EL ESPECTRO DE FRECUENCIAS

1.2 REFLEXION DE LAS ONDAS ELECTROMAGNETICAS

1.3 ESPECTRO DE MICROONDA

1.4 BANDAS DE FRECUENCIAS DE TRANSMISION VIA SATELITE

**1.5 CARACTERISTICAS Y POTENCIAL DE LAS COMUNICACIONES
POR SATELITE**

1.1 EL ESPECTRO DE FRECUENCIAS

¿ Qué es el Espectro Radioeléctrico ? Es el medio o espacio por donde se propagan las ondas radioeléctricas.

Ampliando el concepto de Espectro Radioeléctrico podemos decir que se trata de un conjunto de radiofrecuencias cuyo limite se fija convencionalmente por debajo de 300 GHz, de la manera siguiente:

Banda	Subdivisión de Frecuencias	Rango de Frecuencias
VLF	Frecuencia muy baja	3 a 30 KHz.
LF	Frecuencia baja	30 a 300 KHz.
MF	Frecuencia mediana	300 a 3,000 KHz.
HF	Frecuencia alta	3 a 30 MHz.
VHF	Frecuencia muy alta	30 a 300 MHz.
UHF	Frecuencia ultra alta	300 a 3,000 MHz.
SHF	Frecuencia súper alta	3 a 30 GHz.
EHF	Frecuencia extremadamente alta	30 a 300 GHz.

Tabla 1 Radiofrecuencias

Con el propósito de reglamentar y normalizar los servicios de radiocomunicación en el ámbito nacional, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) tiene en cuenta los acuerdos internacionales, así como las modalidades propias que resultan de satisfacer las necesidades internas de uso del espectro radioeléctrico en nuestro país. Por tanto, la SCT considera las disposiciones establecidas en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) en la cual aparece un Cuadro con la atribución internacional de bandas de frecuencias comprendidas entre 9 KHz y 275 GHz.

Cabe señalar que la SCT, a fin de salvaguardar los intereses de México, participa activamente en las Conferencias Administrativas Mundiales y Regionales de la UIT, ya que se trata de reuniones que afectarán al Cuadro de Atribución Internacional citado y por lo tanto, tiene un impacto directo sobre el Cuadro Nacional.

El “Cuadro Nacional” muestra la forma en que se utiliza el espectro radioeléctrico en México para proporcionar una gran variedad de servicios, todos ellos de importancia, para coadyuvar al desarrollo e integración de nuestro país.

El Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT reconoce los siguientes servicios:

Fijo (restringido de señales de televisión, radiotelefonía, radiotelegrafía, enlaces estudio-planta para los sistemas de radiodifusión de AM y FM, música continua, enlaces de microondas punto a punto y punto a multipunto, radiotransmisión de datos, etc.).

Móvil Aeronáutico (control de tránsito aéreo, telecomunicaciones aeronáuticas, etc.).

Móvil Terrestre (radiotelefonía celular, radiocomunicación móvil especializada de flotillas, radiolocalización móvil de personas, búsqueda de personal radiotelefonía privada, banda civil, sistemas de comunicación de personas, etc.).

Radiodifusión (sonora en amplitud modulada, sonora en frecuencia modulada, de televisión en VHF y en UHF, etc.).

Fije por Satélite (sistema de satélites, entre otros: los Morelos, los Solidaridad, UNAM-SATII, etc.).

Móvil Marítimo (comunicaciones costera-costera, costera-barco, barco-barco, etc.).

Radioastronomía (estudio de los astros según la emisión de sus ondas electromagnéticas).

Radionavegación (para la dirección y detección de barcos y aviones).

Aficionados por Satélite (personas que se comunican con otras por medio de una emisora privada).

ESPECTRO DE FRECUENCIAS

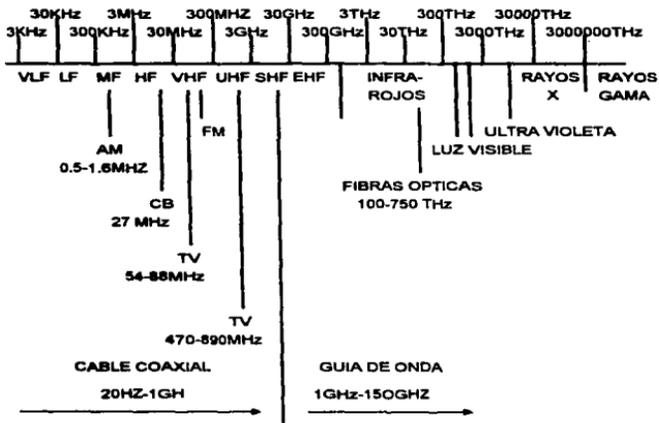


Figura 1-1 Diagrama del Espectro de Frecuencias

1.2 REFLEXION DE LAS ONDAS ELECTROMAGNETICAS

La curvatura de las ondas electromagnéticas hacia la Tierra se debe a la presencia de capas ionizadas en la capa superior de la atmósfera. Estas capas ionizadas aparecen por la ionización de los gases enrarecidos que allí se encuentran y se origina a causa de las radiaciones solares.

La capa D se encuentra ocasionalmente a una altura de 50 a 100 Km durante el día y tiene escasa importancia. La capa E₁ (capa de Kennelly Heaviside) es una capa relativamente permeable a unos 100 Km. La capa E₂ se encuentra a unos 200 Km y la capa F (Appleton), es también más o menos permeable a unos 300 Km. Durante el invierno se divide en capas F₁ y F₂ y esta sujeta a variaciones erráticas. Las capas existen a unas "alturas virtuales" que pueden medirse mediante ecos de radar.

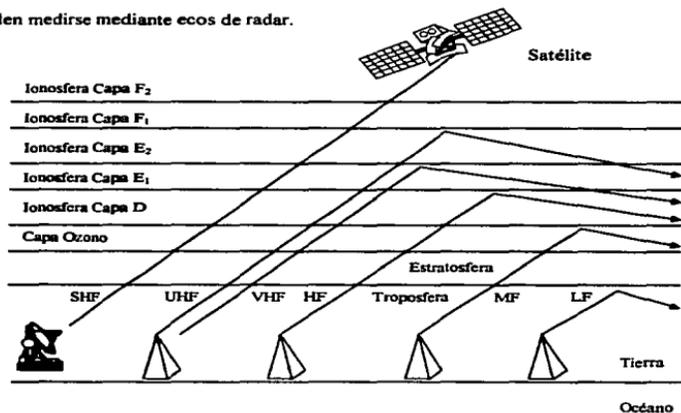


Figura 1-2 Reflexión de las Ondas Electromagnéticas en la Atmósfera Terrestre

1.3 ESPECTRO DE MICROONDA

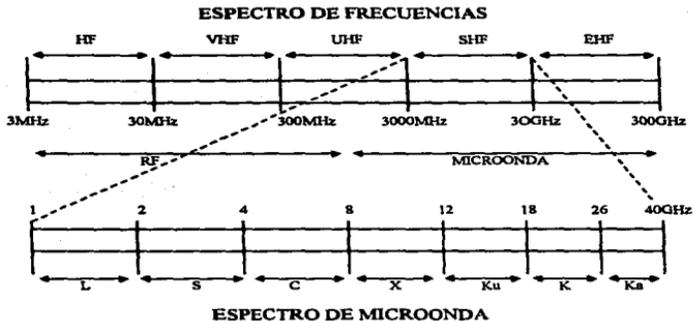


Figura 1-3 Diagrama del Espectro de Microonda

1.4 BANDAS DE FRECUENCIAS DE TRANSMISION VIA SATELITE

Estaciones Fijas:

6GHz / 4GHz	Banda C
8GHz / 7GHz	Banda X (uso militar)
14GHz / 12GHz	Banda Ku
30GHz / 20GHz	Banda Ka

Estaciones Móviles:

1.6GHZ / 1.4GHZ	Banda L
-----------------	---------

Nota: donde la frecuencia de subida debe ser diferente a la frecuencia de bajada.

1.5 CARACTERISTICAS Y POTENCIAL DE LAS COMUNICACIONES POR SATELITE

- Costo de transmisión no sensitivo a la distancia.
- Banda ancha transmisión de TV y datos de alta velocidad.
- Respaldo para enlaces terrestres.
- Servicios en áreas poco pobladas o terrenos difíciles.
- Instalación rápida de un servicio (por ejemplo: distribución de TV, o de telefonía rural).
- Unico medio de radio difusión masiva, en grandes áreas.
- Recolección de información proveniente de puntos muy alejados entre sí.
- Comunicaciones móviles (autos, aviones, barcos, etc.).
- Instalación rápida de mini-redes privadas (VSATs).
- Costo por circuito.
- Tiempo de instalación.
- Adaptación al terreno.
- Opción de enrutamiento (sólo pérdida parcial en caso de falla, ruta alterna si la primera seleccionada está saturada).

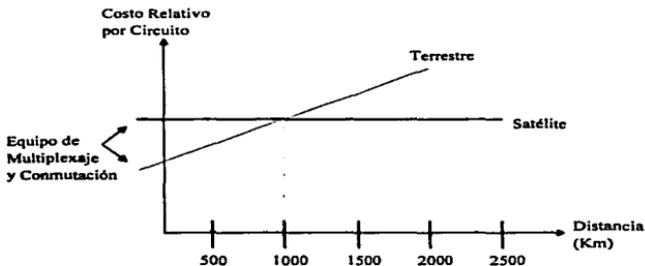


Figura 1-4 Costo por Circuito

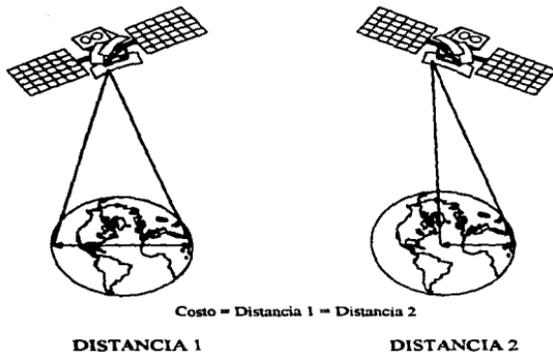


Figura 1-5 Costo de Transmisión No Sensitivo a la Distancia

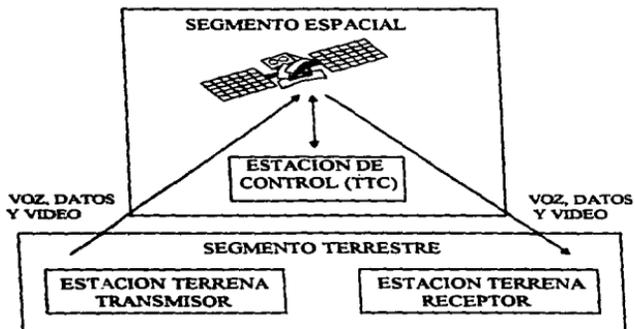


Figura 1-6 Arquitectura de un Sistema de Comunicación por Satélite

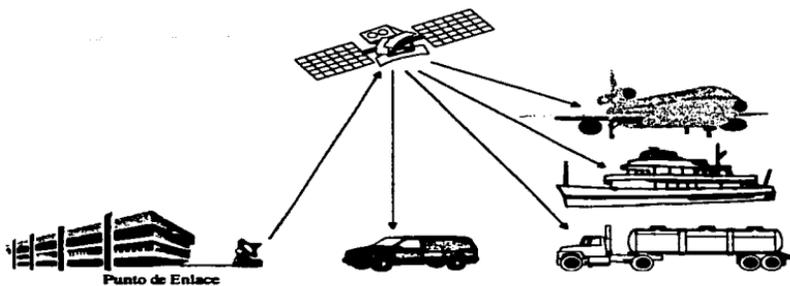


Figura 1-7 Comunicaciones Móviles en Banda L (autos, aviones, barcos, etc.)

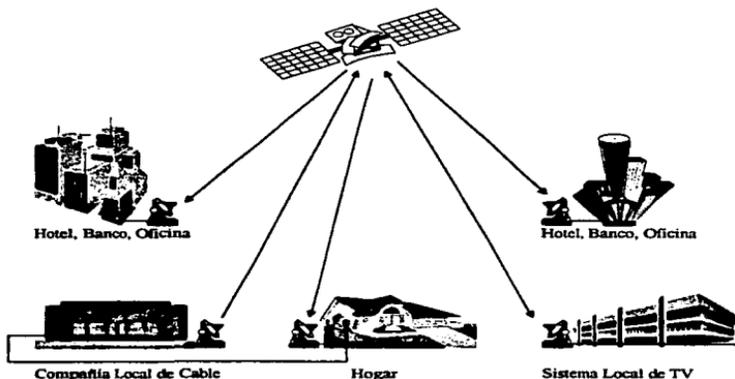


Figura 1-8 Transmisión de TV, Telefonía y Datos a Gran Velocidad a Diferentes Puntos

"METODOS DE MODULACION"

CONTENIDO

- 2.1 DEFINICION DE MODULACION Y DEMODULACION**
- 2.2 MODULACION POR AMPLITUD DE PULSOS (PAM)**
- 2.3 MODULACION DIGITAL**
- 2.4 MODULACION DE PULSOS CODIFICADOS (PCM)**
- 2.5 MODULACION ASK**
- 2.6 MODULACION FSK**
- 2.7 MODULACION PSK**
- 2.8 MODULACION BPSK**
- 2.9 MODULACION QPSK**

2.1 DEFINICION DE MODULACION Y DEMODULACION

La Modulación es el proceso mediante el cuál los símbolos digitales son convertidos en formas de onda compatibles con el canal de transmisión. En el caso de la comunicación digital esta modulación es del tipo banda base.

Cuando se habla de señales de banda base, se sabe que la forma de onda a que se está haciendo referencia son pulsos mientras que en las señales moduladas o de banda ancha la información a transmitir modula una forma de onda senoidal llamada portadora, la cual es entonces transmitida a través del canal de comunicación.

La Demodulación se refiere a la detección de la información de banda base, y por lo general se lleva a cabo mediante el uso de formas de onda de referencia.

Las diferentes técnicas de modulación se basan en los tres parámetros básicos de toda onda senoidal: Amplitud, Frecuencia y Fase. De manera que la modulación se puede también definir como el proceso mediante el cual la amplitud, frecuencia o fase de una portadora, o alguna combinación de ellas, es variada de acuerdo con la información a transmitir.

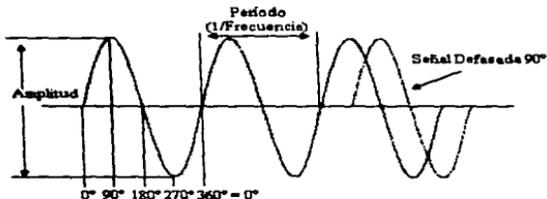


Figura 2-1 Parámetros de una Onda Senoidal

2.2 MODULACION POR AMPLITUD DE PULSOS (PAM)

En ocasiones las señales de banda ancha no resultan apropiadas para transmitirse a través de un medio de transmisión específico por lo que se Modulan en Amplitud (AM), y su espectro es recorrido hacia alguna banda de frecuencia que resulta más adecuada para su propagación en dicho medio.

La frecuencia alrededor de la cual se encuentra concentrado su contenido espectral se llama frecuencia portadora.

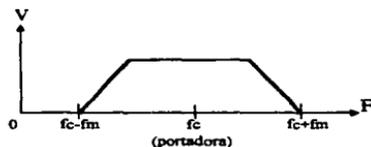


Figura 2-2 Señal de Banda Ancha

Para la transmisión de una señal analógica, el formateado de la misma requiere de tres pasos: Muestreo, Cuantificación y Codificación.

Muestreo: consiste en tomar y analizar el valor que tiene una señal (muestra) a intervalos de tiempo regulares (velocidad de muestreo).

La señal resultante de este proceso se conoce como señal Modulada por Amplitud de Pulso o Pulse Amplitude Modulation (PAM). La señal PAM se puede interpretar matemáticamente como el resultado del proceso multiplicativo de la señal analógica original y los pulsos de muestreo, la frecuencia de muestreo es de 8 KHz.

Una cuestión de gran importancia en el proceso de muestreo es determinar el grado de fidelidad con que la señal original puede ser reconstruida a partir del filtraje de la señal PAM, para esto se definirá el teorema de muestreo o criterio de Nyquist: una señal de ancho de banda limitado que no tenga componentes espectrales arriba de f_m Hertz, puede ser determinada o representada mediante muestras tomadas a intervalos de tiempo regulares a una frecuencia f_s (señal muestreadora) igual o mayor a dos veces f_m (señal digital), esto es: $f_s \geq 2 f_m$

Cuando $f_s > 2 f_m$ se dice que existe un proceso de sobremuestreo (oversampling), y el efecto que se observa es que las copias del espectro de la señal original se separan unas de otras, haciendo posible el uso de un filtro pasabajas que pueda ser implementado en la práctica para la reconstrucción de la señal original.

Cuando la frecuencia de muestreo $f_s < 2 f_m$ se presenta un traslapamiento de los espectros que hace imposible la regeneración fiel de la señal original, a este efecto se le denomina en inglés (aliasing).

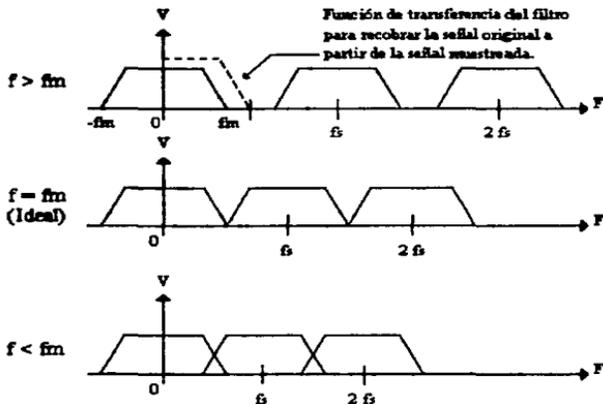


Figura 2-3 Espectro para Diferentes Velocidades de Muestreo

Para poder representar una señal analógica por un sistema de comunicación digital se debe aplicar un proceso que limite el número de posibles valores, con la siguiente secuencia:

- **Muestreo y Retención:** (Sample and Hold): como su nombre lo indica, este proceso involucra la retención del valor muestreado de la señal analógica, el cual es retenido hasta que se efectúa la siguiente muestra.

- **Cuantización de los pulsos:** consiste en dividir el rango de amplitud de la señal en un número finito de valores discretos, y dependiendo de la amplitud de la señal analógica, asignar el valor discreto más cercano para cada muestra. Esta tarea es realizada por un convertidor analógico a digital (A/D).

Dependiendo de la forma como se realiza la asignación de valores de la señal muestreada existen diferentes tipos de cuantización: uniforme, no uniforme y polarizada.

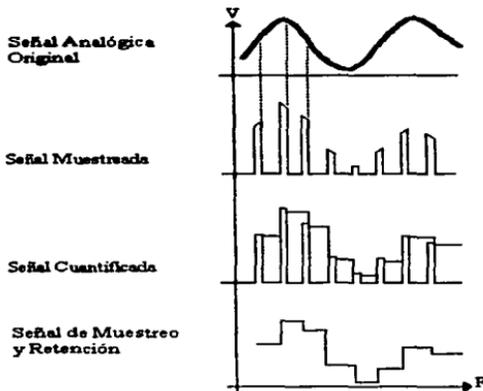


Figura 2-4 Representación de una Señal Analógica

Jitter de muestreo: este fenómeno se refiere a que los pulsos de muestreo o los instantes en que se realiza el muestreo no están espaciados de manera uniforme.

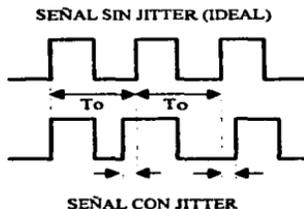


Figura 2-5 Jitter de Muestreo

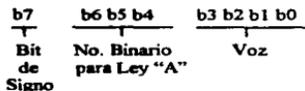
Codificación: una vez cuantificada la señal analógica se le asigna un valor binario a cada una de las muestras, los dígitos binarios resultantes del proceso de formateado se modulan y son transmitidos a través de un canal de banda base. De la modulación resultan entonces una serie de pulsos compatibles o adecuados para el medio de transmisión.

En caso de tratarse de texto, existen varios formatos o códigos estándar mediante los cuales el mensaje textual adquiere un formato digital, entre ellos: ASCII Código Estándar Americano para el Intercambio de Información.

Características de compresión: para la digitalización de la voz se utiliza cuantización no uniforme mediante el uso de técnicas de compresión cuyas características se pueden agrupar en dos tipos principales de acuerdo a sus especificaciones:

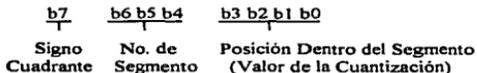
1.- Compunder para la Ley A

- Estándar (UIT-T) usado en Europa y México
- Valor estándar de $A = 87.6$
- Convertidor A/D de 8 bits
- SNR aprox. 38 db
- Frecuencia Intermedia (FI) = 70 MHz
- Se utilizan 13 segmentos



2.- Compunder para la Ley μ

- La Ley μ (usada en E.U.)
- Valor estándar de $\mu = 255$
- Convertidor A/D de 8 bits
- SNR aprox. 38 db
- FI = 140 MHz
- Se utilizan 15 segmentos



2.3 MODULACION DIGITAL

Los métodos típicos de modulación digital son los siguientes: Modulación de Pulsos Codificados (PCM), Modulación por Desplazamiento de Amplitud (ASK), Modulación por Desplazamiento de Frecuencia (FSK) y Modulación por Desplazamiento de Fase (PSK). Un método mismo de Modulación por Desplazamiento de Fase y Amplitud (QPSK).

Para la selección del método se considera la eficiencia en la utilización del espectro, la potencia de transmisión necesaria, la simplicidad de los circuitos, etc. La (ASK) utiliza circuitos modulares-demodulares sencillos, pero su característica de error de bit es inferior a la de los otros sistemas. La FSK tiene buena característica de error de bit, pero requiere una banda de frecuencia ancha.

La PSK presenta una característica excelente en los aspectos mencionados y proporciona también la posibilidad de modulación multifásica.

Por ello la PSK es el método más comúnmente utilizado en los sistemas digitales de comunicación por satélite.

2.4 MODULACION DE PULSOS CODIFICADOS (PCM)

La modulación PCM Pulse Code Modulation o (modulación de pulsos codificados), en términos generales es la técnica y el nombre con que se conocen las señales de banda base obtenidas de la cuantización de las señales PAM o analógicas, codificando cada muestra cuantizada en una palabra digital de determinado número de bits en forma proporcional al número de intervalos de cuantización utilizados.

El concepto de PCM es de gran importancia en las telecomunicaciones ya que es la base de la telefonía digital, en la cual se ha establecido el uso de una velocidad de muestreo de 8 KHz (125 μ seg) y un tamaño de palabra PCM de 8 bits.

La velocidad de transferencia de datos para un canal PCM es entonces de 64 Kbps.
De la relación $8 \cdot 8 \cdot 10^3 = 64$ Kbps.

2.5 MODULACION ASK

La modulación ASK Phase Shift Keying o (modulación por desplazamiento de amplitud), fue una de las primeras formas de modulación digital usada para radio-telegrafía a principios de siglo. La modulación ASK binaria se conoce también con el nombre de modulación "on-off" (on-off Keying).

En la actualidad no es tan ampliamente usada como los otros tipos de modulación básica. Consiste en modificar la amplitud de su portadora de acuerdo con el flujo de bits que han de enviar. En este caso, una amplitud más elevada representa un cero "0" y una amplitud más baja representa un uno "1".

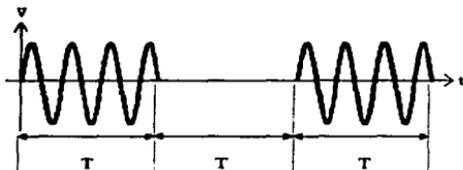


Figura 2-6 Modulación ASK

2.6 MODULACION FSK

La modulación FSK Frequency Shift Keying o (modulación con cambio a conmutación de frecuencia).

El espaciamiento de las frecuencias de los tonos utilizados para representar un símbolo u otro depende del período de tiempo asignado para cada símbolo.

Es decir que consiste en variar la frecuencia, un cero "0" lógico se representa con una determinada frecuencia y un uno "1" con otra distinta, manteniendo constante la amplitud.

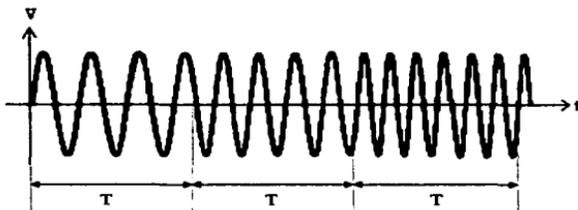


Figura 2-7 Modulación FSK

2.7 MODULACION PSK

La modulación PSK Phase Shift Keying o (modulación por desplazamiento de fase), fué desarrollada durante los inicios del programa espacial de los E.U.A.; para la modulación PSK binaria los cambios de fase son de 180° o radianes.

Cuando existe una diferencia de 180° entre dos señales se dice que dichas señales son antipodales o sea (todo lo que entra sale).

Cuando se cambia de forma abrupta la fase se representa el cambio de cero "0" a uno "1" o viceversa.

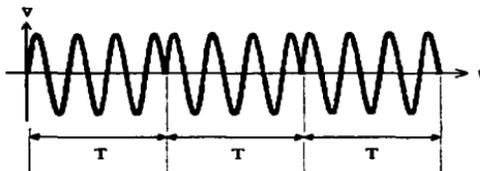


Figura 2-8 Modulación PSK

2.8 MODULACION BPSK

La modulación bifase ó BPSK es la forma más simple de PSK donde el corrimiento de fase cambia con cada nuevo bit de dato.

En este caso un código de fuente binaria esta mapeando un bit en un tiempo dentro de un par de estados de fase con 180° de fase de diferencia.

En la modulación BPSK, técnica en la cual se toma cada bit y se modula la portadora en dos cambios de fase.

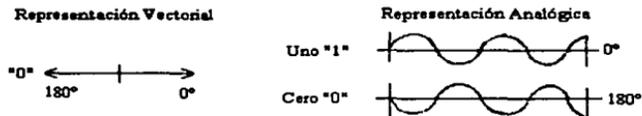


Figura 2-9 Modulación BPSK

2.9 MODULACION QPSK

Los sistemas de comunicaciones vía satélite están basados principalmente en esta modulación bastante común en los radios digitales.

La modulación cuadrifase o QPSK cuatro fases de salida son posibles con una sola frecuencia de portadora de la cual se toman dos bits, con lo que hay cuatro posibles condiciones (00,01,10,11). Por lo tanto, los datos binarios de entrada son combinados en grupos de dos bits llamados dibits. Cada código de dibits genera una de las cuatro fases posibles de salida.

Una de las principales ventajas de la QPSK sobre BPSK es que logra la misma eficiencia de potencia con solamente la mitad del ancho de banda.

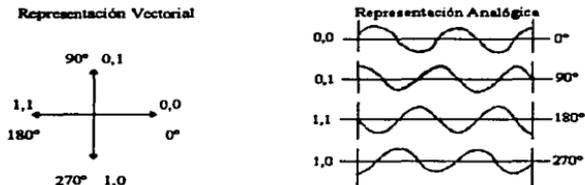


Figura 2-10 Modulación QPSK

“TECNICAS DE MULTIPLEXAJE”

CONTENIDO

3.1 ADAPTACION DE LA INFORMACION

3.2 MULTIPLEXAJE

3.3 MULTIPLEXAJE POR DIVISION DE FRECUENCIA (FDM)

3.4 MULTIPLEXAJE POR DIVISION DE TIEMPO (TDM)

3.1 ADAPTACION DE LA INFORMACION

Para la adaptación de la información se deben seguir los siguientes pasos:

I. Formateado y Codificación de Origen: mediante el formateado se transforma la información fuente o de origen en símbolos digitales; a través de la codificación de origen se selecciona el código o formas de onda adecuadas para hacer que los símbolos digitales sean compatibles con los métodos de procesamiento de señal digital usados en el sistema. Entre los códigos más utilizados en la transmisión digital se encuentran los siguientes:

El código AMI Alternate Mark Inversion (Inversión de Marcas Alternada), el código HDB3 High Density Bipolar 3 (Bipolar de Alta Densidad de Orden 3) y el código CMI Coded Mark Inversión (Código de Inversión de Marca).

Para convertir una señal binaria en una señal AMI se aplican las siguientes reglas de codificación:

1. Los "0" de la señal binaria se mantienen como "0" de la señal AMI, no importando el número de ceros consecutivos.
2. Los "1" de la señal binaria se alternan de manera que equilibren la conversación alternando polaridad por cada "1" que se presente.

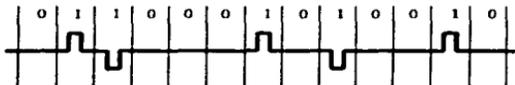


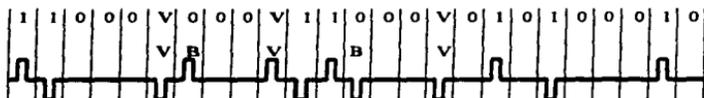
Figura 3-1 Código AMI

Para convertir una señal binaria en una señal HDB3 se aplican las siguientes reglas de codificación:

- 1. La señal HDB3 es pseudoternaria: sus tres estados se designan por "B+, B- y 0".**
- 2. Los "0" de la señal binaria se codifican como "0" en la señal HDB3, pero en el caso de secuencias de cuatro "0" se aplican reglas particulares (ver punto 4).**
- 3. Los "1" de la señal binaria se codifican alternadamente como "B+ y B-" en la señal HDB3 (Inversión de Marcas Alternadas AMI). Cuando se codifican secuencias de cuatro "0", se introducen violaciones de la regla de inversión de marcas alternada (ver punto 4).**
- 4. Las secuencias de cuatro "0" de la señal binaria se codifican de acuerdo a lo siguiente:**
 - a) El primer "0" de la secuencia se codifica como "0", si el "1" precedente de la señal HDB3 tiene una polaridad opuesta a la de la violación precedente y no constituye una violación; se codifica como un "1", que no constituye una violación (es decir, "B+ o B-"), si el "1" precedente de la señal HDB3 tiene la misma polaridad que la violación precedente o constituye en sí mismo una violación.**

Esta regla asegura que las violaciones consecutivas sean de polaridad alternada, lo cual impide la introducción de una componente de directa (DC).

- b) El segundo y tercer "0" de la secuencia se codifican siempre como "0".
- c) El último "0" de la secuencia de cuatro se codifica como un "1" de polaridad tal que viole la regla de inversión de marcas alternada. Estas violaciones se designan "V+ o V-." según su polaridad.



Donde: V = Violación, B = Bit de Compensación

Figura 3-2 Código HDB3

Para convertir una señal digital en una señal CMI se aplican las siguientes reglas de codificación:

1. El código CMI es un código de dos niveles sin retorno a cero en el cual el "0" binario se codifica de manera que los dos niveles de amplitud, " A_1 y A_2 ", se obtienen consecutivamente, cada uno durante un período igual a la mitad de un intervalo unitario ($T/2$).
2. El "1" binario se codifica de modo que los niveles de amplitud, " A_1 y A_2 ", se obtienen alternativamente cada uno durante un periodo igual a un intervalo unitario completo (T).

Observación 1: para el "0" binario, existe siempre una transición positiva, en el punto medio del intervalo de tiempo unitario binario.

Observación 2: para el "1" binario se tiene:

- a) existe una transición positiva al comienzo del intervalo de tiempo unitario binario si el nivel precedente era "A₁"
- b) Existe una transición negativa al comienzo del intervalo de tiempo unitario si el último "1" binario estaba codificado en el nivel "A₂".

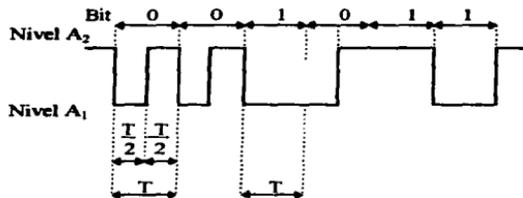


Figura 3-3 Señal Binaria Codificada en CMI

II. Codificación de Canal: mediante este proceso se logra que las señales digitales sean menos vulnerables al ruido, desvanecimiento, etc., obteniéndose por lo tanto:

Reducción de la Probabilidad de error (P_E).

Reducción de los requerimientos de razón señal ruido (SNR) del sistema.

De igual manera, a través de la codificación de canal es posible reducir los requerimientos de ancho de banda del sistema, a expensas de sacrificar el desempeño del SNR o del P_E .

La codificación de forma de onda involucra el uso de nuevas formas de onda que mejoran el desempeño del proceso de detección.

En las secuencias estructuradas se utilizan bits de redundancia que permiten la detección de errores, debido a ruido en el canal. Ejemplo de estas técnicas es la Solicitud de Repetición Automática o ARQ (Automatic Repeat Request) en la cual se solicita la retransmisión de los mensajes que se hayan detectado con error.

III. Sincronización: la sincronización en comunicaciones digitales involucra tanto el parámetro de tiempo como de frecuencia; entre las características o requerimientos de sincronización de los sistemas digitales, se encuentran las siguientes:

- a) Los sistemas coherentes necesitan sincronizar su referencia con la portadora tanto en frecuencia como en fase.
- b) Para los sistemas no-coherentes la sincronización de fase no es necesaria.
- c) El proceso fundamental de sincronización es la sincronización a nivel de símbolos, ya que el demodulador necesita saber cuando empezar y terminar el proceso de detección de símbolo.
- d) El siguiente nivel de sincronización es a nivel de trama de información; con esto se logra la reconstrucción del mensaje completo.
- e) La sincronización a nivel de red permite la coordinación de múltiples usuarios, incrementando la eficiencia de la misma.

3.2 MULTIPLEXAJE

El multiplexaje es la operación reversible consiste en cambiar varias señales portadoras de información para formar una señal única más compleja.

Las señales que se combinan en un multiplexor proceden usualmente de fuentes independientes tales como distintos abonados de una red telefónica.

Antes del multiplexaje cada señal corre un trayecto eléctrico separado, como un par de hilos o un cable, mientras que la señal multiplexada puede transmitirse por un medio de comunicación único de capacidad suficiente.

La reversibilidad de la operación de multiplexaje permite recuperar la señales originales, que a menudo tienen distintos finales, en el extremo receptor del enlace de transmisión.

Esta operación inversa por la cual se recuperan las señales originales se denomina (demultiplexaje).

3.3 MULTIPLEXAJE POR DIVISION DE FRECUENCIA (FDM)

Si el tráfico así lo dicta, después de que una señal ha sido generada o producida ya sea que consista en canales telefónicos, de televisión o de datos previamente pueden hacerse combinaciones necesarias de señales analógicas usando multiplexaje en frecuencia.

El sistema de multiplexado por división en frecuencia (FDM), es el mecanismo por medio del cual el espectro total del canal, se divide en subcanales, que asignan a los distintos usuarios, los cuales pueden enviar por ellos todo el tráfico que deseen dentro del sector espectral asignado.

Este método presenta dos inconvenientes principales. Por un lado es necesario utilizar gran parte de la banda disponible como banda de seguridad para evitar que los canales adyacentes se interfieran. Por otra parte, si existen usuarios que no transmiten constantemente, se desperdicia gran parte del ancho de banda, ya que muchos subcanales permanecen vacíos.

En el sistema de multiplexaje (FDM) por satélite, debido a la característica no lineal de la densidad espectral de ruido después de la demodulación se presenta una disparidad en la calidad de los canales ubicados en la parte alta de la banda de frecuencia con respecto a los de la parte inferior.

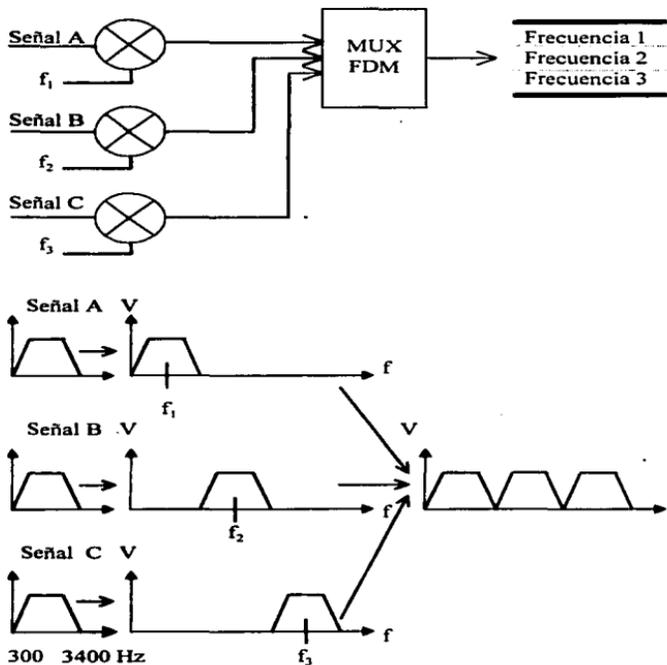


Figura 3-4 Multiplexaje por División de Frecuencia

3.4 MULTIPLEXAJE POR DIVISION DE TIEMPO (TDM)

Como su nombre lo indica el multiplexaje por división de tiempo (TDM) consiste simplemente en la compartición, en el tiempo de medios de comunicación comunes.

Algunos de los trenes binarios que llegan en paralelo, de diferentes orígenes a una terminal de comunicaciones por satélite o a un centro de conmutación intermedia, pueden tener el mismo destino.

A menudo resulta conveniente multiplexar por división de tiempo (es decir, intercalar en el tiempo) trenes de bits que tienen el mismo destino final para formar un solo tren de bits en serie que se transmite en una portadora RF única.

No obstante los trenes de bits que han de multiplexarse pueden tener velocidades binarias que no son iguales a la perfecta estabilidad de los relojes, que hace que esos trenes no sean exactamente sincrónicos entre sí.

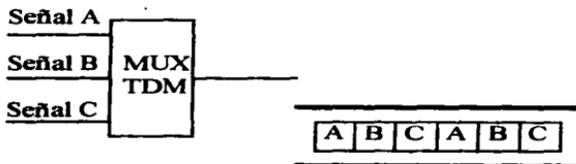


Figura 3-5 Multiplexaje por División de Tiempo

"TECNICAS DE ACCESO AL SATELITE"

CONTENIDO

- 4.1 TECNICAS DE ACCESO AL SATELITE**
- 4.2 CONSIDERACIONES DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE ACCESO MULTIPLE**
- 4.3 GENERALIDADES DE ACCESO MULTIPLE**
- 4.4 ACCESO MULTIPLE POR DIVISION DE FRECUENCIA (FDMA)**
- 4.5 ACCESO MULTIPLE POR DIVISION DE FRECUENCIA (TDMA)**
- 4.6 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE TDMA**

4.1 TECNICAS DE ACCESO AL SATELITE

En todos los sistemas de comunicación existe el problema de compartir el mismo medio de transmisión por un número diverso de usuarios.

Los sistemas de comunicación vía satélite no están exentos de este problema sino que, por el contrario, se acentúa debido a las limitaciones que existen actualmente en cuanto a capacidad de transmisión se refiere.

A fin de permitir compartir el ancho de banda y la potencia del satélite, diferentes soluciones conocidas como sistemas de acceso múltiple han sido diseñadas.

El acceso múltiple se define como la técnica donde más de un par de estaciones terrenas pueden usar simultáneamente un transpondedor de un satélite, (buscando un equilibrio entre el ancho de banda y la potencia disponible en los transpondedores).

4.2 CONSIDERACIONES DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE ACCESO MULTIPLE

Un diseñador de comunicación vía satélite se encuentra siempre ante la disyuntiva de seleccionar el mejor sistema de acceso múltiple para su aplicación en un problema particular. Para poder decidir cual técnica se adapta mejor a una aplicación, diversos factores deben ser considerados. Los factores que son normalmente usados para evaluar la efectividad de una técnica de acceso múltiple para una aplicación particular son:

- a) **Capacidad.-** La Capacidad de un sistema de acceso múltiple se define usualmente en términos de canales de voz y/o datos de una calidad específica que pueden ser acomodados utilizando la potencia y el ancho de banda de un transpondedor. Usualmente, al seleccionar un sistema, el de mayor capacidad es el más deseable. Sin embargo, los requerimientos de la red pueden conducir a la selección de un sistema que proporcione una capacidad total menor, pero un mayor factor costo- beneficio.

- b) **Potencia y Ancho de Banda.-** Potencia y Ancho de Banda son los recursos primordiales de un enlace vía satélite. La disponibilidad de estos recursos en un sistema de comunicaciones vía satélite se encuentra reflejado directamente en su costo. Para utilizar la potencia y el ancho de banda disponibles eficientemente, el sistema de acceso múltiple deberá ser diseñado para estar limitado simultáneamente tanto en potencia como en ancho de banda.

- c) Interconectividad.-** La topología de la red para varios servicios de comunicaciones, determinará los requerimientos de interconectividad. Redes sencillas punto a punto pueden, a menudo, ser servidas económicamente por otras técnicas de transmisión de banda amplia tal como los sistemas de fibra óptica. Sin embargo, en una topología multinodal, la habilidad de una técnica de acceso múltiple para proveer interconectividad entre diversos usuarios a diferentes tasas de datos y niveles de calidad, hace posible considerar a los satélites como la solución con una mejor relación costo-beneficio.
- d) Adaptabilidad de Crecimiento.-** Debido que la inversión en equipo de acceso múltiple puede representar un costo significativo del total del sistema terrestre, los diseñadores deben considerar la habilidad de la técnica seleccionada para adaptarse al crecimiento de tráfico y cambio de los patrones en el mismo.
- e) Acomodamiento de Servicios Múltiples.-** La utilización de redes digitales de servicios integrados (ISDN) implica que servicios múltiples, tales como aplicaciones de voz, datos e imagen compartan las mismas facilidades de transmisión. Los sistemas de acceso múltiple deben ser diseñados para acomodar servicios de ISDN.

- f) Interfaz Terrestre.-** La interconexión con facilidades terrestres existentes que provee la última milla entre una estación terrena y el usuario es extremadamente importante en la efectividad técnica y económica completa del sistema de acceso múltiple. A medida que un mayor número de interconexiones llega a ser disponible, es más atractivo el emplear las técnicas digitales.
- g) Seguridad de Comunicación.-** A pesar de que en el pasado la mayoría de las consideraciones de la seguridad de comunicación habían sido relegadas a aplicaciones militares, los sistemas de comunicación de satélites comerciales modernos deben ahora encarar el problema de proteger datos confidenciales en un ambiente satelital que es vulnerable a la recepción no autorizada.
- h) Costo-Beneficio.-** El costo por canal para implementar un acceso múltiple es una consideración importante para ingenieros de sistemas, debido al acelerado desarrollo de técnicas digitales en recientes años, el interés en su aplicación se incrementa día a día. Sin embargo, en algunos casos las técnicas analógicas pueden tener aún un mejor costo-beneficio.

4.3 GENERALIDADES DE ACCESO MULTIPLE

Dentro de una red de comunicaciones espaciales, un sistema mediante el cual un gran número de estaciones terrenas pueden acceder a un satélite común y establecer enlaces independientes de comunicación a un mismo tiempo, se conoce como sistemas de acceso múltiple. Dentro del proceso de selección de un sistema de acceso múltiple para ser usado en una red, existen ciertas consideraciones que deben tomarse en cuenta:

1.- Cuando un número de estaciones terrenas están ubicadas dentro del área de cubrimiento de un satélite, sus características operativas no son necesariamente iguales, y sus requerimientos de número de canales puede ser diferente. Sin embargo, se debe diseñar un sistema que permita la utilización óptima de la potencia y ancho de banda del transpondedor del satélite, permitiendo el establecimiento de los circuitos entre un par de estaciones (considerando las técnicas de modulación, multiplexaje y acceso múltiple).

2.- Al canalizar un gran número de portadoras dentro de un transpondedor como en el modo de acceso múltiple se presenta un problema de intermodulación debido a la no linealidad del tubo de ondas progresivas (TWT). A fin de minimizar la influencia de los productos de intermodulación se debe operar el tubo en su región lineal, disminuyendo su potencia utilizable y se podría considerar ciertas técnicas de dispersión de energía de las portadoras.

Si se desea eliminar completamente el problema de intermodulación se debería usar un sistema de acceso múltiple por distribución o división en el tiempo, el cual sólo cursa una portadora a la vez en el transpondedor. Desde el punto de vista de utilización de un circuito, podemos clasificar el acceso múltiple en los dos sistemas siguientes:

- a) Acceso múltiple en modo preasignado en el cual los circuitos requeridos por dos estaciones terrenas se asignan permanentemente para su uso exclusivo.
- b) Acceso múltiple de asignación por demanda, en donde los circuitos se asignan a un par de estaciones, en el momento en que éstas lo soliciten, de entre un grupo de circuitos comunes disponibles.

Por otra parte, el acceso múltiple puede clasificarse en dos sistemas, dependiendo de la utilización de las frecuencias:

- a) FDMA
- b) TDMA

En lo referente a la modulación empleada por las portadoras, encontramos que ésta puede ser del tipo analógico o digital. Entre las analógicas se utiliza la modulación en frecuencia y la modulación en amplitud mientras que la digital puede ser modulación por pulsos codificados (PCM) o con desplazamiento de llaveo de fase (PSK).

Cuando se desee enviar más de una señal de información dentro de una misma portadora, se deben recurrir a la misma técnica de multiplexaje. Dentro de las comunicaciones espaciales existen dos técnicas principales que son el multiplexaje por división de frecuencia (FDM) y el multiplexaje por división de tiempo (TDM).

4.4 ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISION DE FRECUENCIA (FDMA)

Los sistemas de Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA), segmentan el ancho de banda de un transpondedor para la transmisión de portadoras múltiples. El ancho de banda asociado con cada portadora puede ser tan pequeño como el destinado a un canal de 9.6 Kbps. El FDMA puede ser utilizado para transmisión con modulación analógica o con modulación digital.

Representa el sistema de acceso más simple y consiste en la transmisión simultánea de un número diverso de portadoras a diferentes frecuencias con anchos de banda no traslapados.

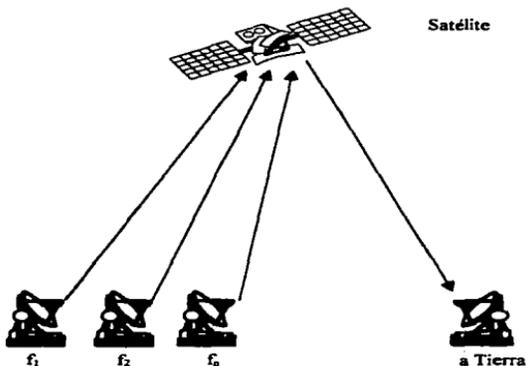


Figura 4-1 Acceso Múltiple por División de Frecuencia

Este tipo de acceso, a cada señal se le asigna una frecuencia y los productos de intermodulación del amplificador de transmisión, ocasionados por la presencia simultánea de un número diverso de portadoras, son minimizadas ya sea, por una adecuada selección de la frecuencia de los canales, o bien por la reducción de los niveles de potencia de entrada para permitir una operación casi lineal.

El formato del canal utilizado en FDMA depende de la distorsión de la señal, de la interferencia de los canales adyacentes y de los efectos de intermodulación causados por los alienadores del transpondedor del satélite.

En el caso de la transmisión de varias portadoras en un mismo transpondedor, se deben utilizar bandas de guarda entre los canales adyacentes para minimizar la interferencia entre dichos canales disminuyendo, por lo tanto, la eficiencia de utilización de ancho de banda del transpondedor.

El tamaño de estas bandas de guarda debe considerar las imperfecciones de los filtros empleados en los transmisores, así como los corrimientos de frecuencia de los osciladores que controlan la operación de los convertidores de frecuencia empleados.

En el FDMA, la capacidad del ancho de banda de un transpondedor se divide generalmente, en el siguiente tipo de bandas:

- a) Se pueden tener pocas bandas de gran capacidad donde cada banda puede manejar un nivel jerárquico del multiplexaje por división de frecuencia con modulación en frecuencia (FDM/FM).
- b) Se pueden tener muchas bandas cada una de las cuales puede manejar un canal analógico o digital. Este tipo de esquema se conoce como canal único por portadora SCPC (Single Channel Per Carrier).
- c) Se puede tener una mezcla de las dos anteriores categorías.

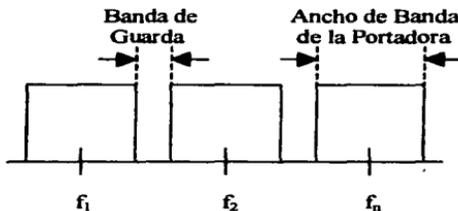


Figura 4-2 Concepto de un Sistema FDMA

4.5 ACCESO MULTIPLE POR DIVISION DE TIEMPO (TDMA)

Los sistemas de Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA), se caracterizan por la utilización de una frecuencia de portadora única por transpondedor, donde el ancho de banda asociado con dicha portadora es en algunos casos el ancho de banda completo del transpondedor. Este ancho de banda es compartido en tiempo por todos los usuarios en una ocupación de ranura de tiempo. A pesar de que la ventaja primordial del TDMA es concebida en un sistema que utiliza al ancho de banda completo del transpondedor, existen casos en donde dicho ancho de banda puede ser una fracción del ancho de banda total. El TDMA es recomendado exclusivamente en transmisiones que utilizan modulación digital.

El acceso múltiple por división de tiempo es una técnica de acceso múltiple que permite recibir en el satélite las transmisiones de las diversas estaciones terrenas de la red con esquema de ranuras de tiempos separados y evita, por lo tanto, la generación de productos de intermodulación en un transpondedor no lineal. Cada estación terrena debe determinar con precisión el tiempo y rango de adquisición de la señal de tal manera que las señales transmitidas son temporizadas para arribar al satélite en la ranura de tiempo apropiada.

El TDMA permite operar el amplificador de potencia de salida en saturación, resultando en un incremento significativo en la potencia útil de salida.

Las degradaciones debidas a productos de intermodulación son omitidas si se emplean tiempos de guarda suficientes que compensan con inexactitudes de la temporización del sistema. Típicamente estos tiempos de guarda consumen menos del 10 % de la potencia y el transpondedor es utilizado, como consecuencia, con eficiencias mayores del 90 %.

Cada una de las señales de entrada TDMA, tiene señales de entrada que son direccionadas a diferentes estaciones utilizando porciones separadas de la ráfaga TDMA que sigue a la ráfaga de preámbulo. El receptor TDMA demodula cada una de las ráfagas TDMA enviadas por las estaciones transmisoras y las demultiplexa en flujos de bits individuales.

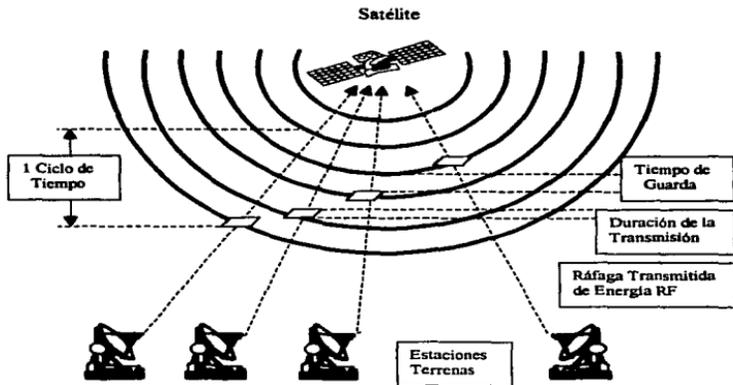


Figura 4-3 Acceso Múltiple por División de Tiempo

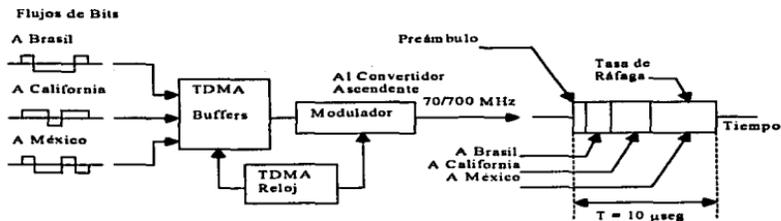


Figura 4-4 Formato de Transmisión TDMA

4.6 VENTAJAS Y DEVENTAJAS DE TDMA

Ventajas de TDMA:

- El sistema es flexible con respecto a diferentes usuarios en P.I.R.E. de subida y velocidad de datos.
- Los accesos pueden ser reconfigurados por carga de tráfico casi en tiempo real.
- No hay potencia compartida y los problemas del producto de intermodulación no ocurren.

Desventajas de TDMA:

- Requiere exactitud en el sistema de tiempo.
- Existen algunas pérdidas durante la puesta, debido a las guardas de tiempo y preámbulos.
- Necesita contar con un sistema de sincronización altamente preciso que permite eliminar el riesgo de traslape de los bloques de información y reducir las bandas de separación.

"OPERACION DE UN SISTEMA VIA SATELITE"

CONTENIDO

5.1 CARACTERISTICAS DE UN SISTEMA DE COMUNICACION VIA SATELITE

5.2 SISTEMA DIGITAL DE TRANSMISION VIA SATELITE

5.3 TOPOLOGIA UTILIZADA EN LA TRANSMISION VIA SATELITE

5.1 CARACTERISTICAS DE UN SISTEMA DE COMUNICACION VIA SATELITE

Los avances en la tecnología mantienen el interés por los sistemas de comunicaciones por satélite usando estaciones terrenas pequeñas, tanto fijas en sistemas VSAT como móviles MSAT.

Los sistemas VSAT y MSAT se planifican para proporcionar no sólo servicios de datos de baja velocidad, tipo telex, sino también de voz y de datos de alta velocidad. En los sistemas VSAT y MSAT es especialmente importante el uso eficiente de los recursos limitados de potencia y ancho de banda que deben ser compartidos por un gran número de usuarios no coordinados que acceden al sistema de forma corta e impulsiva (a ráfagas).

La tarea fundamental de una **Red de Comunicaciones por Satélite** es permitir que un gran número de estaciones terrenas puedan interconectar simultáneamente sus servicios de voz, datos, y vídeo por medio del satélite.

Para el diseño del sistema es preciso establecer los servicios que deben cursarse por la red y la naturaleza de los circuitos necesarios para transportar dichos servicios. Los sistemas típicos VSAT y MSAT suelen proporcionar los siguientes tipos de servicios:

- Servicio continuo de voz
- Servicio continuo de video
- Servicio continuo de datos
- Servicio de paquetes de datos

Los servicios continuos se basan en la conexión mediante circuitos conmutados que se establece para uso dedicado durante cada llamada. Los datos pueden enviarse con cierto retardo pero deben recibirse esencialmente libres de errores. El tráfico de voz y video es más tolerante a errores pero más estricto en cuanto a requisitos de retardo.

Entre las principales ventajas de las redes por satélite frente a las redes terrenas tenemos que presentan menores costos de operación, facilidad de instalación y mantenimiento, soporte de servicios múltiples (datos, voz y video); instalación en lugares donde no llegan o son muy caras las líneas dedicadas y sobre todo facilidad de expansión de la red (mayor cobertura territorial).

5.2 SISTEMA DIGITAL DE TRANSMISION VIA SATELITE

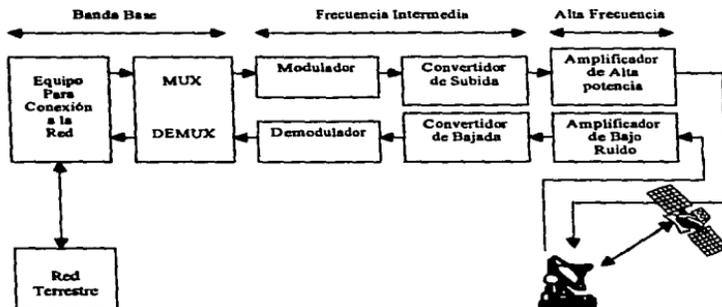


Figura 5-1 Sistema Digital de Comunicación Vía Satélite

5.3 TOPOLOGIA UTILIZADA EN LA TRANSMISION VIA SATELITE

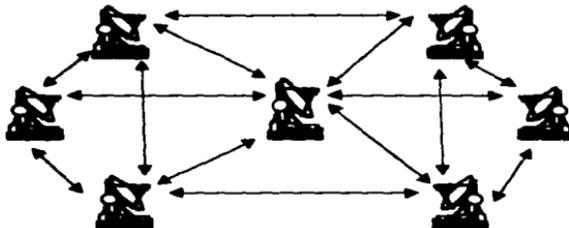


Figura 5-2 Topología en Malla

CONCLUSIONES

En los últimos años las Comunicaciones Via Satélite han adquirido una gran importancia gracias a la velocidad de transmisión y a la cobertura tan amplia que se tiene con este medio. No obstante se tienen dificultades en la transmisión por circunstancias ajenas a la señal a transmitir, como son: (lluvia, nevadas, etc.); que dañan en cierto grado la calidad de la misma, por tal motivo, se busca la forma de restablecer la comunicación lo antes posible con otra opción de enrutamiento, que es una ruta alterna si la primera seleccionada está saturada o en conflicto.

Las Comunicaciones Via Satélite nos presentan una gran flexibilidad ya que podemos enviar datos, voz y video en una sola portadora lo que representa una disminución en la utilización del ancho de banda del transpondedor de acuerdo a la técnica de acceso utilizada.

De tal forma que podamos optimizar el ancho de banda del transpondedor para la transmisión y recepción de otras señales provenientes de estaciones terrenas localizadas en diferentes lugares.

Como ya se vio la técnica de acceso al satélite debe ser la que mejor se ajuste a nuestras necesidades de tal manera que el servicio prestado a los usuarios sea lo más eficiente posible.

Un Sistema de Transmisión Vía Satélite, es la solución de comunicación después de establecer los parámetros de costo, distancia, tiempo de instalación y adaptación al terreno, que han sido descritos en el presente trabajo haciendo la comparación con las demás opciones como son: (fibra óptica, microondas terrenas, etc.).

Para determinar el uso de éste uno de los servicios de comunicación con tecnología de vanguardia y perfeccionamiento constante de las técnicas de acceso, para hacerlas más eficientes y el desarrollo de nuevas técnicas que nos lleven a seguir utilizando este medio como el único que nos ofrece radiodifusión masiva, respaldo para enlaces terrestres, comunicaciones móviles, banda ancha en transmisión de TV y transmisión de datos a alta velocidad.

GLOSARIO

Aliasing.- Traslapamiento cuando $f_s < 2 f_m$

ALOHA.- Sistema Acceso Aleatorio.

AM.- (Amplitud Modulada), una de la maneras básicas de agregar información a una señal sinusoidal.

AML.- Código de Inversión de Marcas Alternadas.

Ancho de Banda.- La capacidad de transporte de datos de un canal de comunicaciones; medida en Hertz como la diferencia entre las frecuencias más altas y más bajas del canal.

Amplificador.- Componente electrónico utilizado para reforzar o amplificar señales, su ganancia se mide en decibeles.

Analógico.- Un modo de transmisión en el cual los datos son representados por una señal eléctrica constantemente variable.

ANSI.- Instituto Nacional de Estándares de Estados Unidos.

ARQ.- Un sistema que emplea un código de detección de error y así asegurarse de que cualquier señal falsa inicie una repetición de la transmisión del carácter que se recibió incorrectamente.

ASCIL.- Código Norteamericano Estándar para Intercambio de Información.

ASK.- Modulación por Desplazamiento de Amplitud.

Banda de Guarda.- Es la amplitud de banda no utilizada que separa canales para evitar el traslapamiento en un sistema TDM.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Binario.- Sistema digital con dos estados "1" y "0".

Bit.- Contracción de "dígito binario", la información más pequeña en un sistema binario. Puede tener un valor de cero o uno.

BER.- Prueba de tasa de errores de bits.

Buffer.- Un dispositivo de almacenamiento que sirve para compensar la diferencia entre la velocidad de datos en el flujo, cuando se transmiten datos de un dispositivo a otro.

CCIR.- Comité Consultivo Internacional de Radio.

CCITT.- Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía.

CDMA.- Acceso Múltiple por división de Código.

Circuito.- Una comunicación entre dos puntos en ambos caminos, que comprenden canales de ida y de retorno.

Código de Transmisión.- Cualquiera de los conjuntos de caracteres estándar utilizados en el intercambio de información.

Chegador de Paridad.- Bits de datos que no tienen información.

Chegador de Redundancia.- Un chequeo automático o programado basado en la inserción sistemática de componentes o caracteres utilizados específicamente con proceso de chequeo.

CML- Código de Inversión de Marca.

DAMA.- Sistema de Acceso Controlado Bajo Asignación de Demanda.

Datos Digitales.- Información representada por un código que consiste en una secuencia de elementos discretos.

Decibel (db).- Unidad que sirve para medir la fuerza relativa de un parámetro de la señal como potencia, voltaje, etc.

Demodulación.- El proceso de detección de la información banda base de una señal portadora modulada.

Digital.- Refiriéndose a procedimientos de comunicaciones, las técnicas y los equipos mediante los cuales la información es codificada como un uno "1" o un cero "0" binario.

EIA.- Asociación de Industrias Electrónicas.

Enlace de Comunicación.- El significado físico de conectar una localidad a otra con el propósito de transmitir y recibir información.

Enrutado.- Es la asignación de rutas de comunicación mediante las cuales un mensaje o llamada telefónica llegará a su destino.

Espectro.- Es un rango continuo de frecuencias mediante el cual se pueden apreciar algunas características comunes en las ondas.

FCC.- Comisión Federal de Comunicaciones.

FDM.- Multiplexaje por División de Frecuencia.

FDMA.- Acceso Múltiple por División de Frecuencia.

FI.- Frecuencia Intermedia.

Filtro.- Una red de trabajo diseñada para transmitir frecuencias con una ó más bandas de frecuencias y para atenuar otras frecuencias que entran a está red.

FM.- (Frecuencia Modulada), modulación en fase de la onda sinusoidal para hacer que lleve información.

FSK.- Modulación por Desplazamiento de Frecuencia.

Full-Duplex.- Es una transmisión simultánea independiente en dos sentidos.

HDB3.- Bipolar de Alta Densidad de Orden 3.

Hertz.- Una medición de frecuencia o ancho de banda. Lo mismo que ciclos por segundo.

IEEE.- Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.

ISDN.- Red Digital de Servicios Integrados.

ISO.- Organización Internacional de Estándares.

Jitter.- El ligero movimiento de una señal de transmisión en tiempo o fase.

LNA.- Amplificado de bajo nivel de ruido.

Kbps.- Kilobits por segundo, medida estándar de velocidad de datos y capacidad de transmisión.

Módem.- Una contracción de "modulador-demodulador". Esto debe estar en el mismo equipo.

Modulación.- El proceso por el cual se varían algunas características de una onda junto con otra onda o señal.

MSAT.- Redes de Comunicaciones Móviles por Satélite.

Multiplexaje.- La facilidad de división de una transmisión en dos o más canales mediante la separación de la frecuencia de banda transmitida por el canal en dos frecuencias cercanas, cada una de éstas se usa para tener un canal distinto.

Multiplexor (MUX).- Un dispositivo que utiliza muchos canales de comunicación al mismo tiempo y transmite, recibe mensajes y controla las líneas de comunicación.

PAM.- Modulación por Amplitud de Pulsos.

PCM.- Modulación de Pulsos Codificados.

PIRE.- Potencia Isotrópica Radiada Efectiva.

Portadora.- Una frecuencia capaz de ser demodulada o acompañada de otra señal (información).

PSK.- Modulación por Desplazamiento de Fase.

RF.- Radio Frecuencia.

Ruido.- Señales eléctricas aleatorias, causados por componentes del circuito o disturbios naturales, el cual tiende a degradar la calidad de los canales de comunicación.

SCT.- Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Señal Digital.- Una señal continua o discreta.

Sincronía.- Tener un intervalo de tiempo constante entre bits, caracteres o eventos sucesivos.

TDM.- Multiplexaje por División de Tiempo.

TDMA.- Acceso Múltiple por División de Frecuencia.

Terminal.- Cualquier elemento capaz de enviar y/o recibir información sobre un canal de comunicación.

Traductor.- Dispositivo que convierte información de un sistema a otro, con información equivalente.

Transpondedor.- Dispositivo en el cual se reciben las señales en el satélite enviadas por las estaciones terrenas y en cual se producen los cambios de retransmisión.

TWT.- Amplificador de ondas progresivas.

UIT.- Unión Internacional de Telecomunicaciones.

Velocidad de Bit.- La velocidad a la cual se transmiten los bits, normalmente se expresa en bits/seg.

VSAT.- Redes de Comunicaciones Fijas por Satélite

BIBLIOGRAFIA

- **Técnicas de Acceso al Satélite**
Telecomunicaciones de México (TELECOMM)
Editorial: Escuela Nacional de Telecomunicaciones (ENTEL)
Autor: Sanroman Castillo, A.
México, D.F. 1997

- **Radio Systems Desing for Telecommunications**
Editorial: Jonh Wiley and Sons Inc.
Autor: Freeman, R.L.
Nueva York, N.Y. 1985

- **Satellite Communications Systems**
Editorial: Jonh Wiley and Sons Inc.
Autor: Maral, G. And Bousquet, M.
Nueva York, N.Y. 1987

- **Glosario de Términos de Comunicaciones**
Editorial: Black Box de México
México, D.F. 1997

- **Direcciones en Internet**

<http://www.tele-satellite.com/online/teleat/htm>

<http://unam.mx/satellite/sat.htm>

<http://www.nasa.gov/dplover/syncom.htm>

<http://inmarsat.org/media/htm>

<http://telecom/mexico.com>

<http://www.windows/space/htm>

<http://www.satellite/work.htm>

<http://serpiente/desca/unam.mx>

<http://fi-unam.mx>