



13  
24

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN**

**"COMUNICACIONES. MODULACION Y TECNICAS  
DE ACCESO DE UNA SEÑAL EN UN SISTEMA DE  
COMUNICACION VIA SATELITE".**

**TRABAJO DE SEMINARIO  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
P R E S E N T A :  
ENRIQUE BALLESTEROS CASTILLO**

ASESOR: ING. JUAN GONZALEZ VEGA

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO

1996

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES - CUAUTITLÁN



DEPARTAMENTO DE  
EXÁMENES PROFESIONALES

DR. JAIME KELLER TORRES  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLÁN  
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-Cuautilán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

Comunicaciones, Modulación y técnicas de acceso  
de una señal en un sistema de comunicación vía  
satélite.

que presenta el presente: Enrique Ballesteros Castillo,  
con número de cuenta: 8737835-9 para obtener el Título de:  
Ingeniero Mecánico Electricista.

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

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"

Cuautilán local, Edo. de México, a 6 de Febrero de 1996

| MODULO: | PROFESOR:                | FIRMA: |
|---------|--------------------------|--------|
| Segundo | Ing. Juan Gonzalez Vega  |        |
| Primero | Ing. Alfonso Contreras   |        |
| Tercero | Ing. Francisco Tellitudo |        |

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

REP/V00058

## **AGRADECIMIENTOS.**

**A la Máxima Casa de Estudios por mi formación académica como Ingeniero, así como a los profesores y todo el personal que en ella laboran, que de una u otra forma contribuyeron a la realización de mis estudios profesionales.**

**A todas mis amigas y amigos que tengo en la vida, tanto de la Facultad como fuera de ella, que han estado conmigo en todo momento brindándome su amistad, apoyo y comprensión; y que ven en mí a un buen amigo que siempre estará deseándoles éxito en sus metas propuestas.**

## **AGRADECIMIENTOS ESPECIALES.**

**A mi buen amigo Alejandro C., por demostrar lo que es un amigo (desde hace dos años y medio), y compartir sus gustos y aficiones de la vida conmigo.**

**A Ileana por ser para mí uno de los atributos que considero más grandes en el mundo y que es tener una amiga y demostrarlo con sus hechos y acciones brindándome su amistad desde el instante (hace más de cuatro años) en que nos conocimos.**

**A uno de mis más grandes amigos Javier a quien le debo mucho de lo que he logrado desde que ingresé a la Facultad y que llevó de conocerlo (hace seis años y medio), y que ha demostrado lo que es un amigo ofreciéndome todo lo que está a su alcance sin pedir nada a cambio. Por último por haber compartido con él viajes y aventuras muy significativas y jamás olvidadas de mi vida.**

**A otro de mis más significativos amigos Alejandro U., que desde que nos conocimos en la Preparatoria (hace casi diez años), hasta la fecha seguimos compartiendo nuestra amistad, ambiciones, logros, aficiones, etc., que tenemos cada uno en nuestras vidas, y que como grandes amigos lo seguiremos siendo hasta el resto de nuestra existencia.**

## **AGRADECIMIENTOS MUY ESPECIALES.**

Primeramente a mis padres Vicente y Ma. de la Luz, a quienes quiero mucho y que les debo mi existencia, todo lo que soy y todo lo que tengo en la vida; que han estado conmigo en todo momento brindándome su ayuda, consejos y dándome todo lo que ha estado a su alcance para que logre alcanzar mis metas y propósitos; y que es que a pesar de mi forma de ser y mi comportamiento ellos también me quieren mucho.

Siguiendo con mi único hermano Roberto, quien ha sido muchas veces uno de mis más grandes amigos, y que en muchas ocasiones sus comentarios y acciones me han servido de motivación para realizar esto, uno de mis más grandes sueños.

Y para terminar a Karla Erika a quien amo y que ha estado conmigo todo este tiempo en las buenas y en las malas, y que ha sabido de una u otra forma motivarme para salir adelante en los duros momentos de crisis existencial en los que uno pasa por conseguir lo que más quiere pero que más le cuesta conseguir en la vida.

## **ÍNDICE.**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>INTRODUCCIÓN.....</b>                                    | <b>2</b>  |
| <b>1. MODULACIÓN.....</b>                                   | <b>5</b>  |
| 1.1 Técnicas de Modulación.....                             | 7         |
| 1.1.1 Modulación en Amplitud (AM).....                      | 7         |
| 1.1.2 Modulación en Frecuencia (FM).....                    | 9         |
| 1.1.3 Modulación en Fase (PM).....                          | 10        |
| 1.1.4 Comparación de AM y FM.....                           | 11        |
| 1.2 Tipos básicos de modulación digital.....                | 13        |
| 1.2.1 Manipulación por encendido y apagado (OOK).....       | 14        |
| 1.2.2 Manipulación por corrimiento de frecuencia (FSK)..... | 17        |
| 1.2.3 Manipulación por corrimiento de fase (PSK).....       | 20        |
| <b>2. TÉCNICAS DE ACCESO.....</b>                           | <b>22</b> |
| 2.1 Acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA).....  | 26        |
| 2.2 Acceso múltiple asignado por demanda (DAMA).....        | 31        |
| 2.3 Acceso múltiple por división de tiempo (TDMA).....      | 33        |
| <b>CONCLUSIONES.....</b>                                    | <b>38</b> |
| <b>GLOSARIO.....</b>  | <b>39</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>                                    | <b>44</b> |

## **INTRODUCCIÓN.**

*Los satélites de comunicaciones* proporcionan una forma especial de transmisión de relevo de microondas. El satélite no es otra cosa que una torre de microondas colocada a muchos kilómetros de altitud sobre la superficie de la Tierra, generalmente sobre el Ecuador. De esta manera puede retransmitir señales a distancias mayores que las posibles sobre la superficie terrestre debido a que la curvatura, montañas y otros obstáculos de la Tierra bloquean la transmisión de microondas sobre las líneas visuales entre las torres terrestres. Los satélites pueden manejar simultáneamente muchos millares de transmisiones de voz.

Es posible colocar un satélite en un diferente número de órbitas alrededor de la Tierra. La trayectoria orbital puede ser circular o elíptica y a diferentes alturas sobre la Tierra y también, a diferentes ángulos.

Los primeros satélites artificiales fueron puestos en órbitas elípticas de varias trayectorias sólo a unos cuantos cientos de millas sobre la Tierra; cada órbita tomaba quizá una hora más o menos. Entonces era visible desde cualquier punto de la Tierra por un corto tiempo y, para usar ese tiempo efectivamente, la estación terrena necesitaba rastrear el movimiento del satélite en el espacio, lo cual no era muy práctico para la comunicación mundial.



Sin embargo, como predijo anticipadamente Arthur C. Clarke, si un satélite es puesto en una órbita circular sobre el Ecuador, a una altura aproximada de 35 750 km. (22 250 millas), le tomará 24 horas orbitar la Tierra y éste parecerá estacionario, visto desde los puntos de la Tierra en que es visible. Por tanto, se convierte en una plataforma perfecta para la comunicación continua y las estaciones terrestres no tienen que rastrear un blanco que se mueve rápidamente. Esto se comenzó a conocer como satélite sincrónico o de órbita geostacionaria. El primer satélite pasivo, puesto en órbita geostacionaria en 1963, fue llamado *Syncom*, seguido en 1965 por el primer satélite activo llamado *Pájaro Madrugador* (*Early Bird*).

El costo de diseño, fabricación y puesta en órbita de satélites obviamente es muy alto. Si bien algunos países lo hicieron inicialmente por su cuenta, otros formaron el Consorcio Internacional de Satélites de Comunicación (*International Telecommunication Satellite Consortium*, INTELSAT) que pretende seriamente el desarrollo de satélites de comunicación. El *pájaro madrugador* original fue comprado en 1966 y redesignado como el *Intelsat I*.

En la tecnología de satélites se hicieron rápidos progresos, con incremento en tamaño, potencia disponible, número de canales y así sucesivamente. De esto resultaron los modelos *Intelsat IV*, *IVA* y *V* usados al principio de los ochentas, aunados al *Intelsat VI*, que entraría en servicio muy pronto. Los satélites son de forma cilíndrica, los últimos tienen brazos extendidos para celdas solares. El *Intelsat I* tenía alrededor de medio metro de largo, mientras el *Intelsat VI* tiene alrededor de 22 m de largo.

Al poner satélites en órbitas ecuatoriales geoestacionarias sobre los océanos Atlántico, Pacífico e Índico, ha sido posible construir rápidamente una red mundial de comunicaciones para transmisiones telefónicas y de televisión. En 1982 había 100 países miembros de Intelsat, con cerca de 40 satélites lanzados y más de 200 estaciones terrestres establecidas. Las estaciones terrenas son propiedad de diferentes organizaciones de control de cada país, y los satélites son propiedad de Intelsat.

A causa de las grandes distancias involucradas y la limitada disponibilidad de potencia de los satélites, las señales que llegan a la tierra son muy débiles y, por esto, son necesarios receptores sensibles de bajo ruido, que trabajan a temperaturas muy bajas para reducir el ruido a un nivel aceptable.

Las frecuencias de operación están en las bandas 4-6 GHz y 11-14 GHz y cada enlace entre el satélite y la estación terrestre usa una frecuencia diferente para los canales "hacia arriba" y "hacia abajo".

## 1. MODULACIÓN.

Un voltaje oscilatorio continuo de amplitud y frecuencia arbitrarios no transmite información (datos). Sin embargo, si el voltaje puede interrumpirse o la amplitud alterarse para que quede como una serie de pulsos que correspondían a alguna clave conocida (como el ASCII), entonces la señal osciladora puede transmitir cierta información. En las comunicaciones de datos, este voltaje oscilatorio continuo se conoce como "señal portadora" o sencillamente "portadora". La figura 1.1 ilustra esquemáticamente la señal portadora que siempre está presente entre dos modems. Esta portadora puede alterarse de muchas maneras. El proceso de cambiar algunas características (es decir, amplitud, frecuencia o fase) de una señal portadora para transmitir información útil empleando esa señal se conoce como modulación.

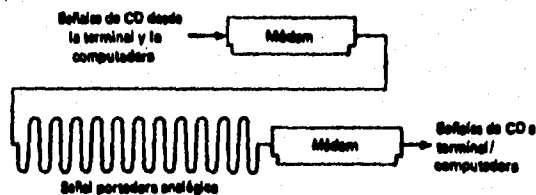


Fig. 1.1 Señal portadora.

El equipo en que se realiza la modulación se conoce como modulador. Si éste hace que varíe la amplitud de la señal portadora, se obtiene como resultado la modulación de amplitud, e

igualmente para la frecuencia. Estos moduladores son en realidad los módems que están conectados a cada extremo de las líneas de transmisión. El módem que está transmitiendo la señal es el modulador porque modula o inserta una información en la onda portadora, mientras que el equipo receptor es el desmodulador porque desmodula o interpreta la señal al recibirla. En otras palabras, el proceso de modificar una portadora para que transmita una señal que pueda interpretarse se conoce como modulación y desmodular es el proceso de reconvertirla para recuperar la información original. Aquí, el efecto es de tomar la señal binaria (señal digital) de una computadora o máquina de contabilidad y modularla para que quede como señal continua (señal analógica) que pueda transmitirse por líneas telefónicas, torres de microondas o vía satélite. En el proceso de desmodulación; el equipo receptor interpreta la señal portadora modulada (señal analógica) y la convierte en una señal binaria (señal digital) que será significativa para la computadora u otra máquina de contabilidad.

La comunicación *telefónica* toma la señal original de audio en el transmisor y la transporta a través de un cable al receptor sin convertirla a cualquier otra forma. La baja frecuencia (audio) no puede económicamente radiarse a través *del espacio*. El método usado para transmisión de una señal de audio en el espacio es *reubicar* las frecuencias de audio en el rango de RF. El proceso de mezclar el audio con la radiofrecuencia (RF) se llama *modulación*. La señal RF original (pura) se llama señal *portadora* (frecuencia asignada por la FCC a una estación radiodifusora). Este término significa que la RF original transportará la señal de audio. La

portadora mezclada está ahora *modulada* (alterada) por la señal de audio. La señal de audio se llama la señal *modulante* o moduladora.

## 1.1 TÉCNICAS DE MODULACIÓN.

La señal portadora puede alterarse (modularse) en cualquiera de varias formas para reflejar la presencia del audio modulante o modulador. La *amplitud* de la portadora puede variarse para corresponder a las variaciones de audio. Esto se llama *modulación de amplitud (AM)*. La *frecuencia* de la portadora puede variarse, en cuyo caso se tiene *modulación de frecuencia (FM)*. Lo mismo se puede hacer para la *fase* y tenemos *modulación por fase (PM)*.

### 1.1.1 MODULACIÓN DE AMPLITUD (AM).

Este proceso consiste en hacer variar la *amplitud* de la onda senoidal portadora por la *amplitud* de la señal moduladora, como se ilustra en la fig. 1.

La onda portadora sin modular tiene un valor pico constante y una frecuencia más alta que la señal moduladora, pero cuando se aplica la señal moduladora, el valor pico de la portadora varía de acuerdo con el valor instantáneo de la señal moduladora y el contorno de la forma de la onda o "envolvente" de los valores pico de la onda modulada, tienen la misma forma que la señal moduladora original. La onda de la señal moduladora ha sido superpuesta a la onda portadora.

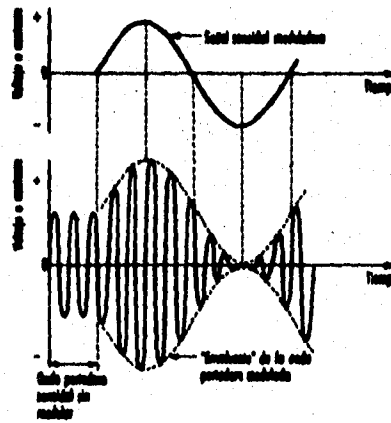


Fig. 1.2 Ilustración gráfica de una onda portadora de amplitud modulada.

### 1.1.2 MODULACIÓN DE FRECUENCIA (FM).

Este proceso consiste en hacer variar la *frecuencia* de la onda portadora senoidal por la amplitud de la señal moduladora, y se ilustra en la figura 1.3.

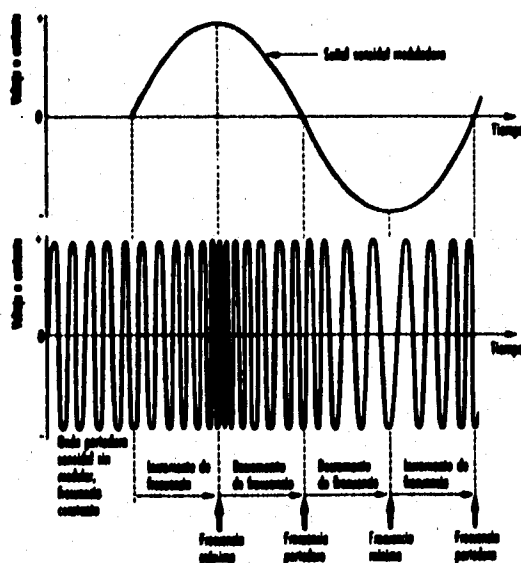


Fig. 1.3 Ilustración gráfica de una onda portadora de frecuencia modulada.

Cuando se aplica la señal moduladora, la frecuencia de la señal portadora se incrementa a un valor máximo, mientras la señal moduladora incrementa su amplitud al máximo en dirección positiva y se decrementa hasta su valor sin modular, mientras que la amplitud decrece de nuevo hacia cero. Entonces, en la segunda mitad del ciclo de la señal moduladora, la frecuencia de la portadora se decrementa a un valor mínimo mientras se incrementa el valor de la amplitud de la frecuencia moduladora al máximo, en dirección negativa, y se incrementa a su valor sin modular, mientras la señal moduladora decrece nuevamente hacia cero.

Se puede observar que el valor pico o amplitud de la onda portadora permanece constante. Es importante entender que la variación de la frecuencia de la onda portadora hacia arriba y abajo de su valor sin modular depende de la *amplitud* del voltaje (o corriente) de la señal moduladora.

### 1.1.3 MODULACIÓN DE FASE (PM).

Este tipo de modulación comienza a reemplazar ahora a la modulación de amplitud y de frecuencias para la transmisión de alta velocidad porque le afecta menos el ruido que a la de AM o FM. En la PM, la fase de una señal portadora varía de acuerdo con los datos que quieren enviarse. Los módems que utilizan la modulación de fase generalmente se describen



en términos de número de cambios de fase generados. La modulación de fase por lo común se emplea en equipos que operan a velocidades arriba de los 1200 bps. La fase de la señal transmitida se desplaza un cierto número de grados como respuesta al patrón de bits que quieren transmitirse. En un módem de dos fases (parecido a la codificación por corrimiento de frecuencias) la señal se desplaza  $180^\circ$  ( $360/2$ ) dependiendo de que se indique un 1 ó 0 binario. Si no hay cambio, la señal se interpreta como una serie de unos o ceros.

#### **1.1.4 COMPARACIÓN DE AM Y FM.**

1.- Las transmisiones de FM se llevan a cabo en frecuencias portadoras altas (VHF). Esto resulta en un radio de recepción que es aproximadamente *línea de vista* (antena a antena). Esta restricción sobre el área de cobertura permite a la FCC asignar la misma frecuencia de canal a comunidades adyacentes. La AM tiene una área más amplia de cobertura, pero no puede asignarse a comunidades adyacentes.

2.- La FM está relativamente libre de ruido. Esto se debe a que la atmósfera es menos ruidosa en VHF donde está ubicada la FM. También el receptor de FM está diseñado para minimizar el ruido sobrepuesto a la señal por ruido atmosférico o hecho por el hombre durante la transmisión. Suponiendo un ruido de *espectro blanco* para las AM y FM, las *potencias de ruido*

*por unidad de ancho de banda* son las mismas. El análisis prueba, sin embargo, que debido a la relación de anchos de banda, el sistema de FM muestra una mejora de señal al ruido sobre el sistema de AM de 19 dB.

3.- Otra ventaja de los sistemas de FM se debe al *efecto de captura*. En sistemas de AM dos señales transmitidas en la misma frecuencia portadora las acepta el receptor y se interfieren una con otra. La situación idéntica en un receptor de FM resulta en la eliminación de la portadora más débil. La señal más fuerte *captura* al receptor.

4.- Los sistemas de FM transmiten una potencia *constante* cuando están modulados. La única variación es una distribución de esta potencia constante sobre las bandas laterales. La potencia transmitida de un sistema AM puede incrementarse hasta un 50%. Esta característica permite el diseño de un transmisor de FM más eficiente, donde todas las etapas se operan en clase C.

5.- La interferencia de canal adyacente no es problema con sistemas de FM, debido a la banda de guarda de 25 KHz para cada estación.

6.- Para una señal de frecuencia moduladora única, la FM puede tener un número *infinito* de bandas laterales; la AM está limitada a un par.

7.- La frecuencia portadora de la FM puede relativamente desaparecer en valores específicos de *m<sub>f</sub>* llamados *valores propios*. ( Esta condición no es posible para AM a menos que se use el modo *portadora suprimida*).

8.- Las bandas laterales son siempre simétricas para ambos sistemas AM y FM.

9.- Por otra parte, el ancho de banda incrementado y área de repetición limitada pueden considerarse *desventajas* de los sistemas FM.

10.- Los circuitos de los sistemas de FM son más complejos y los diseños más elaborados.

## 1.2 TIPOS BÁSICOS DE MODULACIÓN DIGITAL.

Existen esencialmente tres maneras de modular una portadora senoidal simple: variando su amplitud, su frecuencia y su fase de acuerdo a la información que se va a transmitir. En el caso binario esto corresponde a la conmutación de uno de los tres parámetros entre dos valores posibles. Más comúnmente, la conmutación de amplitud oscila entre cero (el estado *apagado*) y algún nivel predeterminado de amplitud (el estado *encendido*). Tales sistemas se denominan entonces on-off-keyed (OOK) *manipulados por encendido y apagado*. Análogamente, en la

*manipulación por corriente de fase (PSK)*, es la fase de la portadora la que se conmuta en  $\pi$  radianes o  $180^\circ$ . También puede considerarse que lo que varía en este caso es la polaridad de la portadora de acuerdo con la hilera binaria de información. En el caso de la *manipulación por corrimiento de frecuencia (FSK)*, la portadora conmuta entre dos frecuencias predeterminadas, ya sea modulando un oscilador de señal senoidal o por conmutación entre dos osciladores dispuestos en fase.

### 1.2.1 MANIPULACIÓN POR ENCENDIDO Y APAGADO (OOK).

Supóngase una secuencia de pulsos binarios, como los que se muestran en la figura 1.4a. El 1 enciende la amplitud de la portadora A, y el 0 la apaga (figura 1.4b). Es evidente que el espectro de la señal OOK dependerá de la secuencia particular que se transmita.

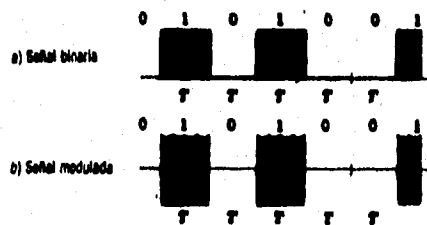


Fig. 1.4 Señal de manipulación por encendido y apagado.

Sea una secuencia particular de unos y ceros  $f(t)$ ; entonces, la señal modulada de amplitud, o señal OOK, es simplemente

$$f_c(t) = A f(t) \cos \omega_c t \quad (1)$$

donde  $f(t) = 1$  o  $0$ , sobre intervalos de  $T$  segundos de duración. El efecto de la manipulación de  $\cos \omega_c t$  es simplemente el corrimiento del espectro original de la señal (la señal de banda base) hasta la frecuencia  $\omega_c$  (Fig. 1.5). Ésta es la forma general de una señal de AM; contiene bandas laterales simétricamente distribuidas al rededor de la frecuencia central o de la portadora  $\omega_c$ . Nótese de que con un ancho de la banda inicial de la banda base  $2\pi B$  rad/s ( $B$  hertz), el ancho de banda AM o de transmisión es el doble; es decir,  $\pm 2\pi B$  rad/s o  $\pm B$  hertz alrededor de la portadora, dando un ancho de banda total de  $2B$  hertz.

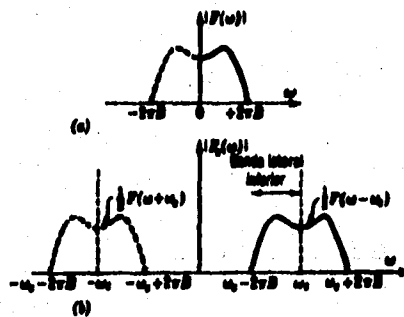


Fig 1.5 Espectro de amplitud de la onda

modulada en amplitud. a) Espectro de la señal moduladora. b) Espectro de la onda modulada en amplitud.

Aunque las señales de la figura 1.4 se muestran esquemáticamente como pulsos rectangulares para simplificar, éstas pueden tener igualmente cualquier forma que se desee. Como un ejemplo, supóngase que la caída senoidal es la que se usa, ya sea conformando los pulsos de la banda base o haciéndolo con los pulsos modulados de alta frecuencia. El espectro de la señal modulada luce como el de la banda base, desplazado hasta la frecuencia de la portadora  $f_c$  hertz y con un ancho de banda de transmisión  $B_T = 2B = (1/T)(1+r)$ , donde  $r$  es el factor de caída. Ver figura 1.6.

A causa de la forma de (1), el desplazamiento de frecuencia de una señal  $f(t)$  debido a la multiplicación por  $\cos \omega_c t$  es un resultado general de las señales de AM. Esto es cierto para todas las señales moduladas  $f(t)$  y no solamente para el caso binario que se está considerando. Por ejemplo, sea  $f(t) = \cos \omega_m t$ , una onda simple senoidal de frecuencia  $\omega_m$ . Entoces por trigonometría,

$$\cos \omega_m t \cos \omega_c t = \frac{1}{2} \cos (\omega_m + \omega_c) t + \frac{1}{2} \cos (\omega_m - \omega_c) t$$

El dibujo espectral de una simple línea que representa  $\cos \omega_m t$  se reemplaza entonces por dos líneas, distribuidas simétricamente alrededor de  $\omega_c$ . En forma similar, si  $f(t)$  es una suma finita de ondas senoidales, cada onda senoidal se traslada hasta la frecuencia  $\omega_c$ .

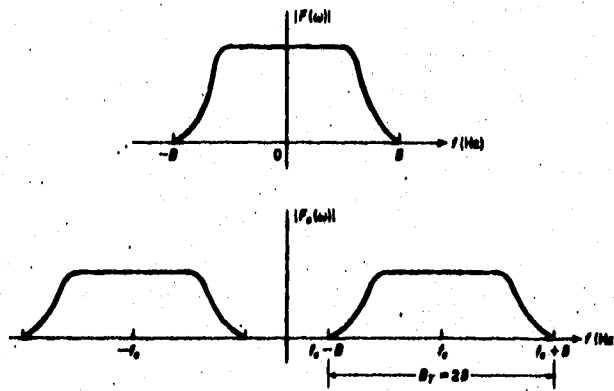


Fig. 1.6 Ejemplo de la conformación de caída senoidal.

### 1.2.2 MANIPULACIÓN POR CORRIMIENTO DE FRECUENCIA (FSK).

En este caso, si se considera primero una forma rectangular, para simplificar,

$$\begin{aligned}
 f_c(t) &= A \cos \omega_1 t \\
 f_c(t) &= A \cos \omega_2 t
 \end{aligned}
 \quad -T/2 \leq t \leq T/2$$

El 1 corresponde a la frecuencia  $f_1$ , el 0 a la frecuencia  $f_2$  (Fig. 1.7). Una representación alternativa de la onda FSK consiste en hacer  $f_1 = f_c - \Delta f$ ,  $f_2 = f_c + \Delta f$ . Las dos frecuencias difieren entonces en  $2\Delta f$  hertz. Por lo tanto

$$f_c(t) = A \cos (\omega_c \pm \Delta\omega)t \quad -T/2 \leq t \leq T/2$$

La frecuencia entonces se desvía  $\pm \Delta f$  alrededor de  $f_c$ .  $\Delta f$  se denomina comúnmente desviación de frecuencia. El espectro de frecuencia de la onda FSK  $f_c(t)$  es en general difícil de obtener.

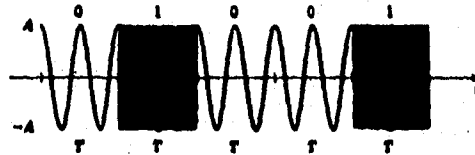


Fig. 1.7 Onda de FSK.

Hay dos casos extremos interesantes:

- 1.- Si  $\Delta f > B$ , el ancho de banda tiende a  $2\Delta f$ . Así pues si se usa una gran separación entre tonos en el sistema FSK, el ancho de banda es esencialmente el mismo que esa separación. Es



virtualmente independiente del ancho de banda de la señal de banda base binaria. Esto es fundamentalmente distinto del caso de AM.

2 - Si  $\Delta f < B$ , el ancho de banda tiende a  $2B$ . En este caso, incluso aunque los tonos se elijan muy poco espaciados, el ancho de banda mínimo es aún el requerido para la transmisión de OOK (AM); ahora el ancho de banda está determinado por la señal de banda base.

El primer caso se llama comúnmente FM de banda ancha, y el segundo FM de banda angosta. Si la señal de banda base es una sucesión arbitraria de pulsos binarios, cada uno de los cuales se encuentra conformado por una caída senoidal del factor  $r$ , el ancho de banda aproximado de la señal correspondiente FSK está dado por  $2\Delta f + 2B$ , con  $B = (1/2T)(1+r)$ , donde  $T$  es el ancho del pulso de la banda base (o de la señal FSK). Figura 1.8.

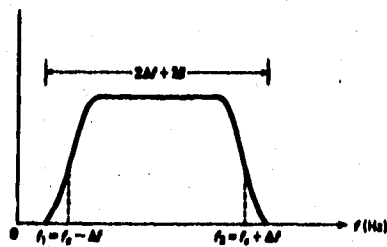


Fig. 1.8 Espectro de FSK con conformación de caída senoidal (sólo de las frecuencias positivas).

### 1.2.3 MANIPULACIÓN POR CORRIMIENTO DE FASE (PSK).

En este caso, se tiene que la señal manipulada por corrimiento de fase está dada por

$$f_c(t) = \pm \cos \omega_c t \quad -T/2 \leq t \leq T/2 \quad (2)$$

si se ha supuesto una forma rectangular para los pulsos. Aquí, un 1 en la hilera binaria de la banda base corresponde a la polaridad positiva, y el 0 corresponde a la negativa. Un ejemplo de ello se muestra en la figura 1.9. Las transiciones discontinuas de fase al comienzo y al final de cada intervalo de bit, cada vez que tiene lugar una transición entre 1 y 0 ó entre 0 y 1, se suavizan realmente durante la transmisión gracias a la forma que se ha usado. La información, independientemente de la polaridad, es sin embargo retenida en el centro de cada intervalo, de manera que la codificación en el receptor se lleva a cabo en las proximidades del centro de los pulsos. Esto también es cierto para las señales OOK y FSK. Las señales PSK tienen la misma característica de doble banda lateral que la transmisión OOK. Introduciendo la conformación de caída del espectro en los pulsos de alta frecuencia de (2) resulta un espectro centrado en las frecuencias de la portadora  $f_c$ , con un ancho de banda igual al doble del espectro de la banda base que ha sido conformado.

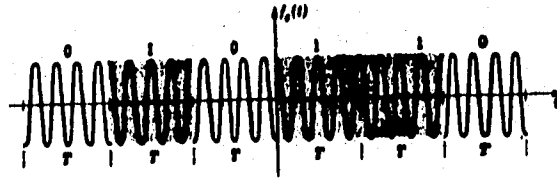


Fig. 1.9 Señal de PSK.

## 2. TÉCNICAS DE ACCESO.

El uso de los satélites, tanto para las comunicaciones mundiales, como para las domésticas, se ha extendido sobremedida en los últimos años. El tráfico telefónico (voz) se envía ahora en forma rutinaria entre las naciones miembros de la organización Intelsat, aumentando las comunicaciones telefónicas internacionales, que eran anteriormente posibles solamente usando los cables submarinos tendidos en el fondo de los océanos del mundo. La transmisión del tráfico de datos vía satélite ha tenido también un incremento en todo el mundo.

Los sistemas de comunicaciones usados para las comunicaciones por satélite proporcionan una aplicación importante tecnológicamente significativa tanto de las técnicas de modulación como de la banda base. Además debido a las grandes distancias a que están situados los satélites, han tenido que desarrollarse nuevos métodos de lograr la entrada al sistema del satélite -lo que se llama *técnicas de acceso*-.

Si bien para simplificar, se tratará principalmente sobre el tráfico de voz al analizar los sistemas de comunicaciones por satélite, la transmisión digital desempeña un papel importante. Esto es particularmente cierto en los satélites domésticos de los Estados Unidos, que se usan para la transmisión de datos y registros, así como para la transmisión comercial de televisión. De hecho, justamente como en el caso de las comunicaciones terrestres, las técnicas PCM de conversión de señales analógicas de voz en pulsos binarios están comenzando a usarse en los

sistemas de satélite. A medida que continúa el avance de las señales digitales, las distinciones entre las señales analógicas y digitales tenderá a desaparecer.

Ahora se tratará el tema de los satélites sincrónicos. Estos son satélites que se localizan a 35 860 km de la superficie terrestre, en órbita alrededor del Ecuador, y que rotan en forma sincrónica con la Tierra. Por esta razón, cuando se les observa desde la tierra parecen estar estacionarios. Estos satélites están equipados con antenas receptoras, para recibir transmisiones desde estaciones terrestres, y con antenas transmisoras, para conmutar las mismas transmisiones a otras estaciones localizadas geográficamente distantes de la primera. Por medio de ajustes en los patrones de radiación de las antenas pueden generarse cubrimientos globales de todos los lugares de la Tierra que se observan desde el satélite. (Un satélite Intelsat sobre el océano Atlántico cubre porciones de África, el Este de Europa, América del Sur y la parte oriental de los Estados Unidos.) Pueden generarse patrones de radiación con la forma apropiada para que cubran solamente un país (como en el caso de los satélites domésticos), o múltiples patrones muy estrechos que puedan conmutarse entre una gran variedad de direcciones.

En todo el mundo se han dispuesto varias bandas de frecuencia para su uso comercial por satélite. La más común de éstas consta de una banda central de 500 MHz centrada en 6 GHz en el enlace *hacia arriba* (hacia el satélite) y centrada en 4 GHz en la dirección *hacia abajo* (hacia la Tierra). Estas direcciones se muestran en el diagrama esquemático de la figura 2.1.

La banda de 500 MHz, en cada una de las dos frecuencias, está normalmente dividida en 12 bandas de 36 MHz cada una, que son servidas por un transmisor receptor separado, conocido como transpondedor. (El espaciamiento entre las bandas es el responsable del ancho de banda en exceso.) Cada banda del transpondedor está a su vez, dividida en un cierto número de canales de frecuencia, dependiendo del tipo de aplicación o de la señal que se este dependiendo.

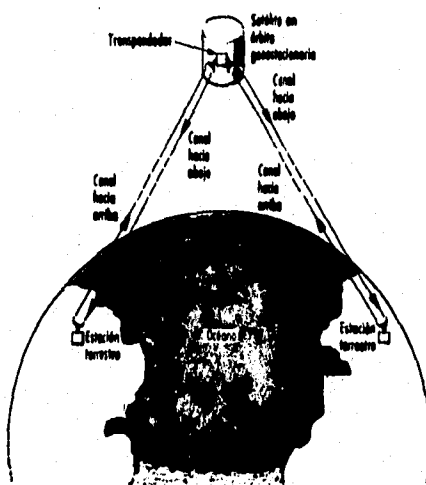


Fig. 2.1 Comunicaciones comerciales por satélites.

Varias técnicas de acceso al satélite se encuentran un uso o están planeados. El procedimiento más común, llamado *acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA)*, es similar a la multicanalización por división de frecuencia. Las estaciones terrestres tienen asignaciones de canales específicos y deben usar estas frecuencias al transmitir o recibir señales. Una estación terrestre transmitirá una señal modulada en frecuencia, usando una portadora específica del intervalo de 6 GHz. La señal moduladora o de banda base para la señal transmisora de FM consta de la suma de un cierto número de canales de 4 KHz multicanalizados por división de frecuencia (FDM). Todas las estaciones terrestres con acceso a un transponedor en particular tienen sus portadoras en FM especiales de modo que las señales de FM de cada una de ellas ocupen bandas adyacentes, cubriendo la señal compuesta de FDMA en el satélite la banda completa de 36 MHz del transponedor. El procedimiento completo de acceso se conoce como **FDM/FM/FDMA**.

Recientemente se ha introducido una nueva técnica para manejar situaciones de poco tráfico, llamada *acceso múltiple de asignación de demanda (DAMA)*. En este caso las bandas de frecuencia se asignan, según la demanda, de entre una gama de bandas disponibles, a las estaciones que las estén requiriendo. Al contrario de FDMA, donde los canales desocupados van sin usarse, en la técnica de asignación por demanda todos los canales están disponibles para todas las estaciones, de manera que existe una mayor probabilidad de que se usen. (Cuando se trata de una situación de tráfico denso, esto no es necesario, puesto que un canal asignado rara vez se encontrará ocioso.) La tercera técnica de acceso usada en las comunicaciones por satélite es la de

*acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), análoga a TDM, donde las diversas estaciones tienen asignados espacios de tiempo durante los cuales pueden transmitir. Es evidente que en este caso se requiere de la sincronización global de los relojes de las estaciones.*

## **2.1 ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DE FRECUENCIA (FDMA).**

En este esquema, el más comúnmente utilizado en el sistema del satélite Intelsat, se mantienen "conexiones" fijas entre pares de estaciones terrestres de varios países. Estas conexiones constan de un grupo de espacios de frecuencia dedicados de 4 KHz, o canales de voz. El número de tales canales asignados a cada par de estaciones terrestres en particular depende de las necesidades de tráfico de cada par. La técnica FDMA se describirá en términos de un ejemplo, que se muestra en la figura 2.2. Un país en especial, A, tiene asignados sesenta canales de 4 KHz, divididos en partes iguales entre otros cinco países, B a F. Los 12 canales asignados a cada país están multicanalizados en frecuencia para formar la señal de banda base de 252 KHz compuesta de 60 canales que se muestran en la figura 2.2b. Esta señal de banda base modula en frecuencia una portadora con una frecuencia portadora asignada de 6.235 GHz para producir la señal de FM de 5 MHz de ancho de banda de la figura 2.2c. En este ejemplo se supone que otros seis países tienen acceso al mismo transpondedor. El espectro compuesto de FDMA de las



siete señales que tienen acceso tiene la forma que se muestra en la figura 2.2d, donde la señal de FM del país A se indica entre las siete. Cada uno de los restantes seis países con acceso a este transpondedor se supone que tiene la distribución de canales y de banda que se muestra en la figura 2.2d.

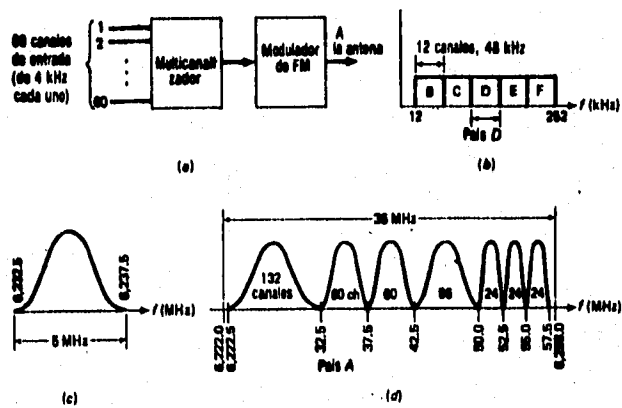


Fig. 2.3 Generación típica de FDMA, para transpondedor. a) Generación del FDM/FM, estación terrestre, país A. b) Salida del multicanalizador, distribución de frecuencias. c) Salida de FDM/FM, país A. d) Espectro compuesto de FDMA, en el transpondedor.

En este caso típico uno de los países tiene asignados 132 canales, con un ancho de banda de FM de 10 MHz; un segundo país tiene una asignación de 96 canales con un ancho de

banda de 7.5 MHz; un tercero tiene, al igual que un país A, una asignación de 60 canales; otros tienen 24 canales asignados con un ancho de banda de 2.5 MHz cada uno.

Las distribuciones de anchos de banda del sistema Intelsat se hacen variar normalmente en incrementos de 2.5 MHz, como se indica en el ejemplo. Para poder acomodar las más diversas variedades de tráfico posibles, el sistema Intelsat está estandarizando en un número específico de canales de 4 KHz por portadora que tenga acceso, con el ancho de banda especificado para cada una. El ejemplo de la figura 2.2 indica algunas de estas asignaciones: 24 canales con un ancho de banda de 2.5 MHz, 60 canales con un ancho de banda de 5 MHz, 96 canales con un ancho de banda de 7.5 MHz y 132 canales con un ancho de banda de 10 MHz. Nótese que el sistema se hace menos deficiente a medida que se reduce el número de canales asignados por portadora. Por ello, los grupos con menor número de canales asignados requieren proporcionalmente más ancho de banda que los demás, reduciéndose el número de canales totales por transponedor con la disminución del número de canales asignados. El ejemplo de la figura 2.2c muestra 420 canales que tienen acceso al transponedor. Si el ancho de banda de 36 MHz del transponedor estuviera asignado completamente a las portadoras de 24 canales, con un ancho de banda de 2.5 MHz para cada una, podrían acomodarse 336 canales de 14 accesos. En el otro extremo, el transponer completo podría cubrirse por medio de una portadora de 900 canales multicanalizados. El número de canales acomodados por un transponedor varía entre un límite inferior de 336 hasta uno superior de 900, dependiendo del tráfico usado y de las necesidades prácticas.

Para completar la transmisión, las señales de enlace hacia el satélite a 6 GHz se retransmiten a frecuencias específicas del intervalo correspondiente al enlace hacia tierra de 4 GHz. Las estaciones receptoras seleccionan las bandas de frecuencia (o la banda) que contienen los canales dirigidos a sus subscriptores, utilizan receptores de FM para demodular la banda base multicanal apropiada y posteriormente demulticanalizan los canales individuales de 4 KHz.

La FDMA se caracteriza por un acceso continuo al satélite en una banda de frecuencia dada. La ventaja de esta técnica es la simplicidad de uso en equipos de prueba. Sin embargo se tienen algunas desventajas:

- Carencia de flexibilidad en caso de reconfiguración; para manejar las variaciones en la capacidad es necesario cambiar el plan de frecuencia y esto implica una modificación en las frecuencias de transmisión, frecuencias de recepción y los filtros de ancho de banda de las estaciones terrenas.
- Baja capacidad cuando el número de accesos se incrementa debido a la generación de productos de intermodulación y la necesidad de operar a una menor potencia para transmitir al satélite.
- La necesidad de controlar la potencia de transmisión de las estaciones terrenas de la misma forma que la potencia de la portadora en la entrada del satélite para evitar el efecto de captura.

Este control debe ser realizado en tiempo real y debe adaptarse a la atenuación causada por lluvia en los enlaces.

Esta es una de las técnicas más viejas de acceso y continua siendo de las más usadas a pesar de las desventajas; esta técnica tiende a perdurar debido a las inversiones hechas en el pasado y a la ventajas operacionales que ofrece las cuales incluye la ausencia de sincronización entre estaciones terrenas. En la figura 2.4 podemos observar un diagrama esquemático del funcionamiento de la FDMA.

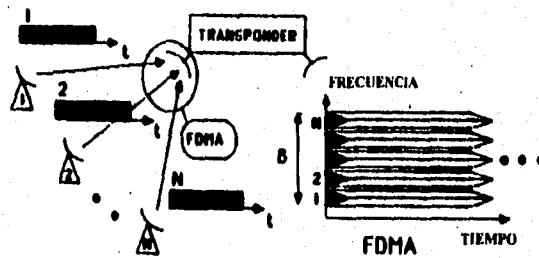


Fig. 2.4 El principio del acceso múltiple por división de frecuencia.

## **2.2 ACCESO MÚLTIPLE ASIGNADO POR DEMANDA (DAMA).**

El sistema FDMA establece conexiones permanentes o de canales fijos entre los países que tienen acceso. Esto proporciona una manera eficiente de mantener las comunicaciones entre las estaciones de tierra que están frecuentemente en comunicación con otras. Este esquema se hace menos eficiente en los casos en que el tráfico entre las estaciones terrestres puede considerarse como ligero o moderado. Esto significa que se dispone de comodidades relativamente escasas para satisfacer las situaciones de poca carga de tráfico. En estos casos, es más efectivo y menos costoso proporcionar los canales (conexiones entre las estaciones) con base a asignaciones por demanda. Las asignaciones por demanda se convierten de hecho en una necesidad a medida que el número de posibles conexiones aumenta. Considérese un simple ejemplo de 50 estaciones terrestres tratando de comunicarse entre sí por medio del mismo satélite. Hay  $50 \times 49/2 = 1225$  posibles conexiones entre estaciones que pueden realizarse. Con los 12 transponders empleados de una manera relativamente eficiente, se dispone de 5000 a 10000 canales de voz para satisfacer estas conexiones. Entonces, esto significa que solamente de 4 a 8 canales pueden quedar disponibles entre los pares de estaciones terrestres. A medida que el número de posibles conexiones aumenta (para 100 estaciones terrestres llegan a haber 4900 posibles conexiones) el problema se hace más grave. No hay otra solución, que llegar a alguna forma de esquema de asignación por demanda de las conexiones.

En lugar de proporcionar conexiones permanentes entre todos los posibles usuarios, las conexiones se realizan sólo cuando es necesario. El resultado es un sistema bastante menos costoso. El precio que se paga, sin embargo, por parte del usuario (suponiendo que la red de comunicaciones esté diseñada apropiadamente) es una señal ocasional de ocupado. Puesto que la mayor parte de las conexiones del satélite sólo pueden usarse ocasionalmente en cualquier dirección, es obvio que la asignación por demanda será una forma efectiva de resolver los problemas de conexión. Esto permite tener acceso al sistema a más usuarios de los que podrían contar en el caso de las conexiones fijas.

Así, como con las técnicas de multicanalización usual, son posibles dos formas de asignación por demanda: un método FDMA, usando asignaciones de frecuencia, según la demanda, de entre una bolsa de frecuencias disponibles; o el método TDMA, en el cual se tienen disponibles espacios de tiempo de entre los que no estén utilizando en el momento.

Con la técnica de asignación por demanda, es necesario disponer de un canal de señalización por medio del cual se realice la conexión. Este canal también se usa para señalar la terminación de una conexión, la frecuencia que se dispone para una llamada en particular y que luego se regresa a la bolsa.

### **2.3 ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DE TIEMPO (TDMA).**

El sistema SPADE de asignación por demanda utiliza 800 canales de frecuencia asignables, que cubren el ancho de banda de 36 MHz del transponedor del satélite. En la serie de satélites Intelsat se utiliza para la realización SPADE uno de los 12 transponders disponibles, que cubre el intervalo de frecuencia de 6.302 a 6.338 GHz para la recepción (enlace hacia el satélite) y de 4.077 a 4.113 para la transmisión (enlace hacia la Tierra). Estos canales son de 38 KHz de ancho cada uno y están espaciados 45 KHz entre sí en la banda de 36 MHz del transponedor. Se usa transmisión digital a 64 kbits/s, con QPSK (PSK de cuatro fases), para transmitir información por cada canal. El sistema entonces puede usarse para comunicación de voz de un solo canal (telefonía), usando técnicas de PCM para convertir un canal simple de voz de 4 KHz en datos binarios de 64 kbits/s, o, directamente, para la transmisión binaria de datos digitales a la velocidad de 64 kbits/s.

El establecimiento de una llamada, lo que implica la asignación de un canal de entre los que se encuentran en el momento libres de los 800 posibles por elegir, se realiza mediante un canal separado de señalización, que se llama *canal de señalización común*. La señalización se lleva a cabo digitalmente usando acceso múltiple por división de tiempo (TDMA). Para este propósito se han establecido estructuras de 50 ms divididas cada una en espacios de tiempo de 1 ms. Cuarenta y nueve de los 50 espacios de tiempo de una estructura están dedicados a las estaciones, uno para cada estación. El espacio restante de tiempo se usa como referencia.

Una estación que desea iniciar una llamada a otra estación selecciona una frecuencia aleatoriamente de entre las que están disponibles, según se indica en su propia tabla de distribución. Entonces, transmite esta frecuencia y la dirección de la estación con la cual desea establecer comunicación, en el espacio de tiempo dispuesto para ella. El satélite retransmite en forma continua todas las estructuras de señalización hacia la Tierra a todas las estaciones asociadas con este transponedor. Las solicitudes de llamadas y las terminaciones de éstas se usan para actualizar continuamente las tablas de distribución de frecuencia existentes de cada estación. Si otra estación ha seleccionado la misma frecuencia con anterioridad, según se ha notado por la aparición de dicha frecuencia en la retransmisión de un espacio, previa a la aparición en el espacio de la estación en cuestión, tanto la estación que llama, como la llamada, registrarán una señal de ocupado. La estación que llama puede entonces elegir una segunda frecuencia y tratar de nuevo. (Como el retraso de la propagación del viaje redondo hasta el satélite y de regreso es de 240 ms, una estación escuchará su propia llamada 240 ms después de haberla realizado.)

Si la frecuencia que ha seleccionado la estación que llama no ha sido elegida por ninguna otra estación previamente a su transmisión por el canal de señalización, la estación llamada, al notar su dirección, transmite un mensaje de reconocimiento de regreso a la estación que llamó en el espacio de tiempo asignado a ella. A continuación procede a fijar sus equipos para establecer una conexión a la frecuencia del canal especificado. La estación que llamó iniciará la comunicación por el canal mencionado en el momento en que reciba el mensaje de



reconocimiento. El intervalo de tiempo que tarda en establecerse la conexión es de alrededor de 600 ms, a causa del doble viaje redondo que deben realizar las señales, la localización de los intervalos de tiempo y otros retrasos del sistema.

Una estructura típica del esquema normal de señalización de TDMA se muestra en la figura 2.5. La estación B aparece estableciendo una llamada a la estación D. Aparecen la frecuencia seleccionada y la etiqueta de D en el espacio de B que se muestra. Si la frecuencia no ha sido seleccionada previamente, D envía un reconocimiento en su propio espacio. Esta situación se muestra cuando aparece 600 ms después. Las señales de desconexión, que inhabilitan la conexión y regresan las frecuencias utilizadas a la gama común, se transmiten por el mismo canal de señalización. Cada espacio del canal de señalización lleva 128 bits, por lo que la velocidad de señalización es de 128 kbits/s, la que se transmite por un canal de ancho de banda de 160 KHz dedicado a la señalización, para la que se usa PSK común.

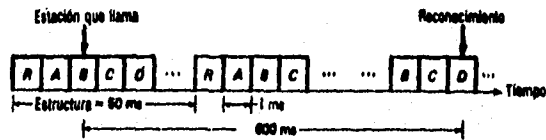


Fig. 2.5 Señalización de TDMA.

**El TDMA se caracteriza por tener acceso al canal durante un intervalo de tiempo. Esto tiene ciertas ventajas:**

- En cada instante el canal sólo amplifica a una portadora la cual ocupa todo el ancho de banda del canal; no existen productos de intermodulación y la portadora aprovecha la potencia de saturación del canal. Sin embargo existe una no-linealidad que combinada con los efectos de filtrado en la transmisión y recepción, introduce una degradación con respecto al desempeño de una transmisión digital ideal.

- La integridad de la transmisión permanece alta aun con un gran número de accesos.

- No existe la necesidad de controlar la potencia de transmisión de las estaciones.

- Todas las estaciones transmiten y reciben a la misma frecuencia sin importar el origen o destino de la señal; esto simplifica la sintonización.

**La TDMA, sin embargo tiene ciertas desventajas:**

- La necesidad de sincronización.

- La necesidad de dimensionar la estación para una alta integridad en la transmisión. Las figuras 2.6 y 2.7 nos muestran el principio y operación de trabajo de las estaciones terrenas.

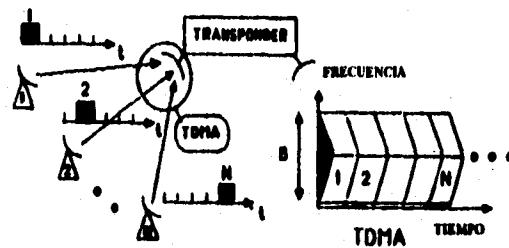


Fig. 2.6 El principio de TDMA.

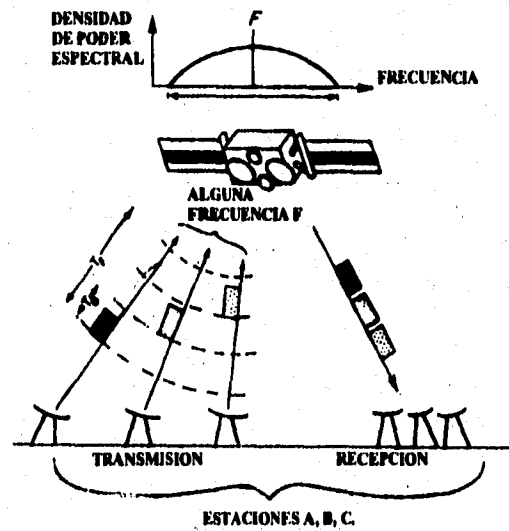


Fig. 2.7 Operación de trabajo de varias estaciones terrenas bajo el principio de TDMA.

## **CONCLUSIONES.**

Como ya hemos visto una señal de información no puede enviarse por sí sola (hablando de comunicaciones que no sean vía telefónica), sino que requieren de un proceso llamado modulación para ser transmitidas. En las técnicas de modulación, tenemos que la modulación de FM es la que más se utiliza debido a las características ya mencionadas. En las comunicaciones vía satélite no es posible modular la señal de información por medio de FM, por lo que requerimos de la modulación digital y resulta ser que la PSK es la más utilizada y está fue desarrollada durante los inicios del programa espacial de los Estados Unidos.

Nos hemos dado cuenta también de que a diferencia de las comunicaciones vía microondas en las que la información puede enviarse directamente de la salida del modem, para las comunicaciones vía satélite requerimos de un sistema de acceso al satélite para diferenciar las distintas estaciones terrestres que envían información. En la actualidad existen varias técnicas de acceso, pero la que se utiliza con mayor frecuencia es la FDMA (esta es la técnica con la que aquí en México funcionaron los satélites *Morelos I y II*; y a pesar de los avances tecnológicos en el mundo en lo que se refiere a las técnicas de acceso vía satélite, los satélites *Solidaridad* también trabajan con este tipo de acceso); pero en los países más desarrollados se están utilizando ya otras técnicas de modulación más eficientes como la TDMA, etc., que como ya hemos visto, resultan ser más eficientes pero más complejas en su equipo y funcionamiento.

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

## **GLOSARIO.**

**Analógico (a).** Término relacionado a la representación por medio de cantidades físicas que varían continuamente, por ejemplo voltajes y frecuencias.

**Analógico, canal.** Un canal en el que la información transmitida puede tomar cualquier valor entre los límites definidos por el canal.

**Ancha, banda.** Es el término que se le aplica a canales que proporcionan las portadoras comunes y que pueden transferir datos a velocidades desde 19200 bps hasta la región de 1 millón de bps (19.2 a 1000 KHz.).

**Asíncrono (a).** 1. Que tiene un intervalo variado entre bits, caracteres o eventos sucesivos. En la transmisión de datos asíncrona, cada carácter se sincroniza individualmente, por lo general con bits de arrancada y parada.

2. Describe el método de transmisión o el equipo de terminal empleado, que requiere que se incluya información de sincronización en el carácter transmitido.

**Atenuador.** Dispositivo que absorbe energía, reduciendo de esta manera los niveles de potencia.

**Banda, ancho de.** La diferencia entre las frecuencias más alta y más baja en una banda.

**Baud.** Una unidad de velocidad de señal igual al número de condiciones o eventos de señal discretos por segundo.

**Bit.** 1. Abreviatura de las palabras "binary digit", dígito binario.

2. Un solo carácter en un número binario.

3.- Un solo impulso en un grupo de pulsos.

**4. Una unidad de capacidad de información de un dispositivo de almacenamiento.**

**bps.** Bits por segundo.

**Byte.** Una serie de caracteres binarios (bits) sobre la que se opera como una unidad y por lo general más corta que una palabra de computadora. A menos que se especifique de otra manera, un byte por lo general contiene 9 bits.

**Canal.** Un camino para transmitir señales electromagnéticas. Es sinónimo de línea y eslabón (o enlace).

**Circuito.** Una forma de comunicación en dos sentidos entre dos instalaciones de terminales de datos.

**Código ASCII.** Acrónimo de American Standar Code for Information Interchange (código estándar americano para el intercambio de información), una clave de 8 bits que se emplea para muchas aplicaciones de transmisión de datos y que se trata como un estándar entre la mayoría de fabricantes de equipo.

**Convertidor.** Etapa en un receptor superheterodino que mezcla la RF y señales del oscilador local con la frecuencia intermedia como salida.

**Datos, comunicaciones de.** 1. El movimiento de información codificada por medio de sistemas de transmisión eléctrica.

2. La transmisión de datos desde un punto a otro.

**Demodulación.** Proceso de extraer la inteligencia de la RF modulada.

**Digital, señal.** Una señal discreta o discontinua. Corresponde a los datos en forma de dígitos como ceros y unos.

**Efecto de captura.** Tendencia de un receptor de FM a permanecer sintonizado a la más fuerte de dos señales en la misma frecuencia.

**Estación.** Uno de los puntos de entrada o salida de una red.

**Estación, terminal de.** El contacto que proporciona la portadora común a donde se conecta el módem.

**Fase.** Relativo a la sincronización de una señal alterna. Dos señales pueden tener amplitud y frecuencia idénticas, pero pueden diferir en fase si una se atrasa a la otra en un valor que no sea un múltiplo exacto de la frecuencia.

**Hertz (HZ).** Igual que ciclos por segundo.

**Heterodínamo.** Proceso de mezclar 2 señales variables (RF y de oscilador local) para resultar en una frecuencia intermedia IF que es fija.

**Línea.** Un canal o eslabón.

**Mensaje.** Una comunicación de información desde una fuente a uno o más destinos, por lo general en clave. Usualmente un mensaje se compone de tres partes:

1. Un encabezado, que contiene un indicador apropiado del principio del mensaje junto con parte de o toda la siguiente información: fuente, destino, fecha, hora, ruta.
2. Un cuerpo que contiene la información para comunicar.
3. Una parte terminal que contiene un indicador apropiado del fin del mensaje.

**Módem.** Contracción de las palabras "modulator- demodulator". Un módem es un dispositivo para realizar la transformación necesaria de señales entre dispositivos terminales y líneas de comunicación.

**Modulación.** La alteración en algunas características de una señal portadora imprimiéndole una señal de información.

**Modulación de amplitud.** Una forma de modulación en que se varía la amplitud de la portadora de acuerdo con el valor instantáneo de la señal moduladora.

**Modulación de fase.** Una forma de modulación en que se varía la fase de la portadora de acuerdo con el valor instantáneo de la señal moduladora.

**Modulación de frecuencia.** Una forma de modulación en que se varía la frecuencia de la portadora de acuerdo con el valor instantáneo de la señal moduladora.

**Modulación por impulsos codificados (PCM).** Una forma de modulación en que se muestra a la señal moduladora y la muestra se cuantiza y se codifica de manera que cada elemento de información consiste en distintos tipos o números de impulsos y espacios.

**Portadora.** Una frecuencia continua que puede modularse con una segunda señal que lleva (porta) información.

**Red.** Un sistema que consiste de varios puntos terminales que pueden accederse entre sí por medio de una serie de líneas de comunicaciones y disposiciones de conmutación.

**Ruido.** Señales indeseadas que se originan en un canal.

**Ruido blanco.** El que tiene igual energía en todas las frecuencias.

**Ruido de eco.** En las líneas de grado de voz con supresión inapropiada de eco, la característica "hueca" o productora de ecos resultante.

**Ruido de impulso.** Es el que resulta de los productos de intermodulación de dos señales. Es la consecuencia de los refuerzos y cancelaciones armónicas de frecuencias.



**Ruido de línea cruzadas.** Es el ruido que resulta del intercambio de señales en dos canales adyacentes.

**Ruido gaussiano.** El ruido caracterizado estadísticamente por una distribución gaussiana aleatoria.

**Servicio, terminal de.** La conexión que proporciona la portadora común en la que se conecta el módem.

**Transmisión asíncrona.** La transmisión de datos en que todo el mensaje no opera a partir de la misma base de tiempo. Típicamente, los bits que forman un solo carácter se transmiten sincronamente, es decir, a una base de tiempo constante; empero, puede haber retrasos arbitrarios entre los caracteres, haciendo que la sincronización de éstos sea verdaderamente asíncrona.

**Transmisión síncrona.** En esta forma de transmisión, los datos se envían continuamente contra una base de tiempo que se comparte entre las terminales de transmisión y recepción. Si no hay datos legítimos disponibles para enviarse en un tiempo dado, se envían caracteres de sincronización o de ocio para mantener la sincronización entre transmisor y receptor.

**Transponedor.** En español transponedor. Es un repetidor de microondas el cual se monta en un satélite.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

**Jerry FitzGerald y Tom S. Eason.**

**Fundamentos de Comunicación de Datos.**

**Editorial Limusa, S.A. de C.V.**

**Primera reimpresión: 1984**

**Smale, P. H.**

**Introducción a los Sistemas de Comunicaciones.**

**Editorial Trillas, S.A. de C.V.**

**Primera edición: 1993.**

**Sol Lapatine**

**Electrónica en Sistemas de Comunicación.**

**Editorial Limusa, S.A. de C.V.**

**Tercera reimpresión: 1993**

**Mischa Schwartz**

**Transmisión de Información, Modulación y Ruido.**

**Editorial McGraw-Hill de México S. A. De C. V.**

**Primera Edición en Español: 1990**

**G. Maral and M. Bousquet.**

**Satellite Communications Systems.**

**John Wiley and Sons.**

**Second Edition.**

**Dr. Kamilo Feher.**

**Digital Communications. Satellite and Earth Station Engineering.**

**Prentice Hall.**

**First Edition.**