



7  
21

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLÁN**

**"COMUNICACIONES: SISTEMAS DE  
COMUNICACION MOVIL VIA SATELITE".**

**TRABAJO DE SEMINARIO**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**  
**P R E S E N T A :**  
**JOSE ALFREDO AGUILLON GARCIA**

ASESOR: ING. JUAN GONZALEZ VEGA

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1997



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.



## ÍNDICE

---

1. Introducción.	
1.1 Porque el empleo del satélite	4
1.2 Satélites Geostacionarios	7
1.3 Satélites de Órbita Baja	8
2. Estructura de la banda L del sistema Solidaridad.	
2.1 Características del sistema Solidaridad en la banda L	13
2.2 Características del Transponder	17
2.3 Capacidad disponible en la banda L	17
2.4 Cobertura regional para la banda L	18
3. Técnicas de acceso.	
3.1 Modulación de pulsos codificados ( PCM )	20
3.2 Acceso múltiple por división de frecuencia ( FDMA )	22
3.3 Acceso múltiple por división de tiempo ( TDMA )	27
4. Estructura terrestre empleada en el servicio móvil.	
4.1 Servicio terrestre	33
4.2 Servicio móvil en México	38
a) Movisat datos.	
b) Movisat voz.	
4.3 Servicios aeronáuticos	49
4.4 Servicio marítimo	53
5. Conclusión	57
6. Glosario	58
7. Bibliografía	60

## 1. INTRODUCCIÓN.

El primer ensayo de un servicio móvil por satélite se efectuó con SYNCOM II, un satélite norteamericano en 1963, y fue seguido por la serie ATS. En 1969 con el TACSAT, del departamento de defensa de los EE.UU.

En 1976, la communications satellite corporation ( COMSAT ) puso en órbita los satélites MARISAT, que únicamente destinados sobre todo a las comunicaciones militares, pero que también llevaban un equipo de banda L para proporcionar servicios a usuarios comerciales importantes. Actualmente el único sistema móvil civil por satélite del mundo que ofrece cobertura mundial es el explotado por Inmarsat y el cual consiste de una red que utiliza a más de 5000 barcos.

El servicio móvil terrestre por satélite se encuentra todavía en una fase de estudios preliminares, pero puede representar una forma eficaz de dar cobertura a zonas muy amplias o aisladas . Las primeras aplicaciones de este servicio se realizaron con equipos de comunicaciones móvil Inmarsat similar al que opera en los barcos y en los centros de operación de rescate, empleándose como consecuencia en los terremotos de 1985 y el desastre causado por la erupción volcánica en Colombia.

El servicio móvil por satélite permite aumentar y ampliar las comunicaciones públicas y privadas limitadas por factores físicos y geográficos; permitiendo además el establecimiento de nuevos servicios de seguridad pública, de transportación terrestre, marítima y aérea con los

que pueden cubrirse extensas zonas geográficamente aisladas. El servicio móvil por satélite considera dos factores, explotación y emergencia.

La explotación del servicio móvil terrestre puede resultar el medio más viable para cubrir eficazmente zonas rurales aisladas .

Respecto al factor emergencia debido a la flexibilidad del sistema , a lo económico y ha lo practico que puede resultar los equipos en los móviles . El servicio en banda L puede asegurar las comunicaciones nacionales en casos de emergencia, desastres o catástrofes naturales, aún en los lugares remotos e inaccesibles para otros medios.

El desarrollo tecnológico generado por el campo de las telecomunicaciones, ha propiciado el desarrollo explosivo de las comunicaciones móviles. La utilización de satélites para la conducción de mensajes, amplia las fronteras con las posibilidades de conmutación de bandas, la directividad de haces y formas de acceso a los satélites .

Para sustentar este creciente dinamismo y fomentar el desarrollo nacional, México cuenta con un sistema integrado por tres satélites: Morelos 2, Solidaridad 1 y 2 lo que lleva al surgimiento del sistema MOVISAT desarrollado para la transmisión de voz y datos para el servicio móvil en México gracias al sistema de banda L , esta última inédita en las comunicaciones nacionales, permitiéndole a Telecomm contar con una cobertura del todo el territorio nacional, y su mar patrimonial, sur de los EE.UU., Centroamérica y el Caribe.

El satélite ha permitido el desarrollo de los diferentes medios de comunicación existentes logrando contar con mejores y mayores servicios.

### **1.1 ¿ Por que el empleo del satélite ?.**

El satélite a permitido el incremento de los servicios de comunicación ya que sea logrado llegar a lugares remotos donde por los medios de comunicación terrestres era demasiado laborioso, además su uso presenta ciertas ventajas respecto a los demás medios.

Dentro de las ventajas del empleo del satélite esta:

- \* Costo bajo comparado con alternativas terrestres.
- \* Ideal para multipuntos .
- \* Implementación instantánea.
- \* Amplio ancho de banda.
- \* Bajo costo por adición de sitios.

Ver figura 1 Ventajas del uso del satélite.

Además todo sistema de comunicación por satélite debe de contar con la siguiente estructura un sistema de satélite, una estación transmisora y una receptora.

Una estación transmisora la cual deberá contar con:

- \* Un modulador.
- \* Un convertidor ascendente.

La estación receptora estará formada por:

- \* Amplificador de bajo ruido LNB.
- \* Convertidor descendente.
- \* Demodulador.

Ver figura 2 Sistemas de comunicación por satélite.

# Ventajas Inherentes

TELECOMM  
TEL. COMUNICACIONES DE MEXICO

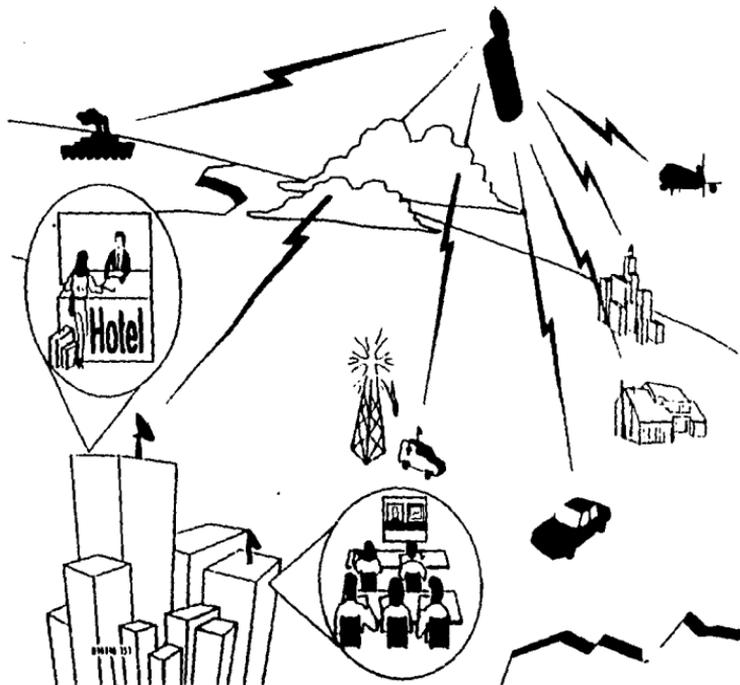


FIG. 1

Sistema Via Satellite

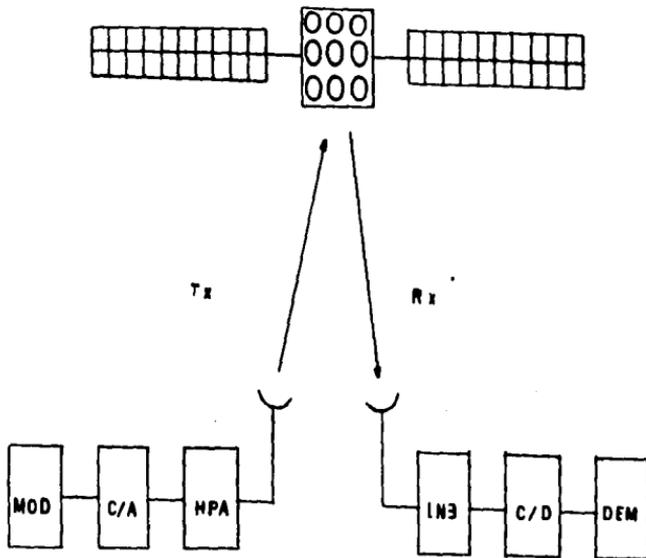


fig 2

Los satélites se clasifican según su órbita de trabajo por lo que estos se clasifican en:

- \* Satélites Geoestacionarios.
- \* Satélites de Órbita Baja.

### **1.2 Satélites Geo-estacionarios.**

Esté tipo de satélites reciben este nombre debido a que están ubicados en la órbita geo-estacionaria conocida también como órbita de Clarke, en honor de Arthur C. Clarke autor de ciencia ficción.

Esta órbita que esta ubicada a una distancia de 36000 Km sobre el Ecuador. esta órbita tiene la característica de que todos los satélites ubicados en esta órbita se mueven en el mismo periodo y sentido de rotación de la tierra, lo que permite que el satélite permanezca como un punto fijo en el espacio. Esta órbita permite ciertas ventajas como son tener una línea de vista del 42.2% de la superficie de la tierra, además como ya se menciona permitirá que el satélite permanezca casi inmóvil a la antena terrestre, disminución del efecto Doppler; es decir que no existe cambio aparente de frecuencia de radiación del satélite causado por el movimiento entre el satélite y la estación terrena.

Pero también presenta desventajas esta órbita y es que a latitudes mayores de 81.25 grados norte y sur no son cubiertas y además que debido a la distancia que existe entre el satélite y la tierra la potencia de la señal enviada o recibida es atenuada.

### **1.3 Satélites de Órbita Baja.**

Los satélites de órbita baja tienen un ángulo de inclinación variable con respecto al Ecuador, su periodo de tiempo para completar una vuelta es de aproximadamente de 90 a 100 minutos y tienen una altura variable sobre el nivel del mar y que dependerá de su aplicación, además existe otro tipo de órbita llamada órbita polar la cual forma un ángulo de 90 grados respecto al Ecuador.

Este tipo de satélites que trabajan en este tipo de órbitas, permiten emplear órbitas menos congestionadas, contar con trayectorias mas cortas, menor atenuación en la señal, así como el incremento de los servicios de comunicación permitiendo servicios de mensajería y localización mundial " este donde este ", servicios de auxilio y radiodeterminación en casos de emergencia, así como la implementación del sistema mundial de comunicación móvil como:

- \* Sistema Orbcomm.
- \* Sistema Iridio.
- \* Sistema GPS.

#### **\* Sistema Orbcomm.**

Cuenta con:

- 24 satélites en 3 órbitas polares y en órbitas con 40 grados de inclinación.
- Mensajería y emergencias.
- Desarrollado por los EE.UU.
- Inicio 1994 - 1995.

• Sistema Iridio.

Cuenta con:

- 77 satélites en órbita baja a una distancia de 760 Km.
- Con posiciones desfasadas para evitar colisiones.
- Permite conmutación entre satélites.
- Permitirá la comunicación instantánea entre teléfonos portátiles.

• Sistema GPS.

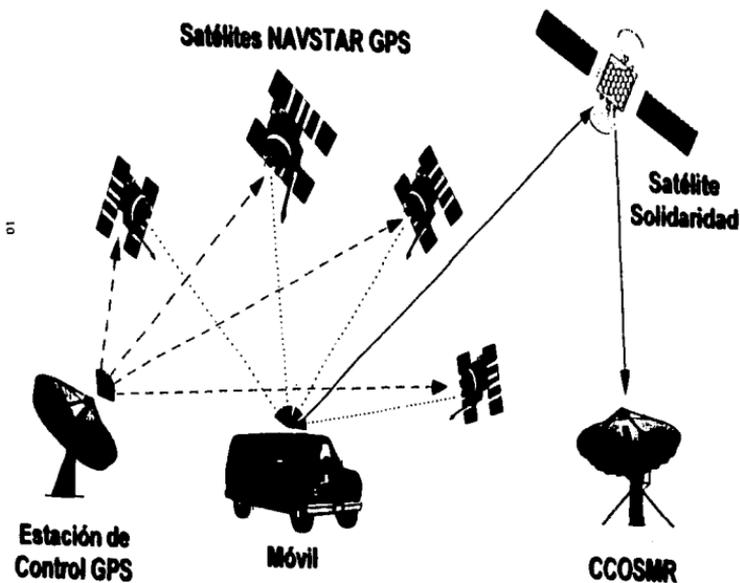
Cuenta con :

- 24 satélites a 20.200 Km.
- Seis órbitas con ángulo de inclinación 55 grados con un periodo de 12 hrs.
- Desarrollado por el departamento de defensa de los EE.UU.

Ver figura 3 sistema GPS.

El empleo de los satélites de órbita baja permitirán el desarrollo de los futuros sistemas de comunicación móvil.

# Configuración de GPS



## **2. ESTRUCTURA DE LA BANDA L DEL SISTEMA SOLIDARIDAD.**

El satélite Solidaridad es una nave espacial de cuerpo estabilizado, el cual consiste de una porción central en forma de cubo el cual contiene los sistemas electrónicos y de propulsión cuenta con un par de alerones de redes solares. La nave espacial tiene un peso 2.772 Kg al inicio de su vida. El sistema de celdas solares le proporcionara 3,300 vatios , además de contar con un sistema de baterías de níquel e hidrogeno.

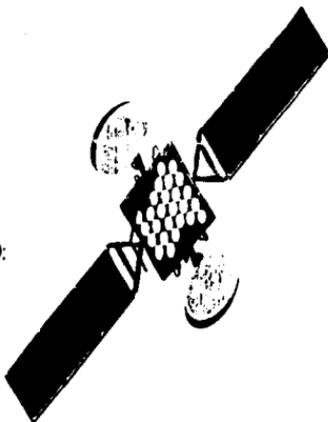
Este sistema al igual que el sistema Morelos tiene 18 transponders en banda C pero con una potencia mas elevada, tiene 16 transponders en banda Ku con amplificadores de tubos de onda progresiva y un canal para banda L que dará servicio a usuarios que se encuentren viajando por tierra, mar o aire. El sistema cuenta con una antena para banda C y para banda Ku cuyo diámetro es de 2.4 y 1.8 mts respectivamente las cuales serán sensibles a polarización vertical o horizontal , además de contar con una red de dipolos para la banda L de 26 elementos.

Las operaciones de rastreo, telemetría y comando se llevaran a cabo desde el centro de control CONTEL ubicado en Iztapalapa y un segundo centro ubicado en Hermosillo Sonora.

Ver figura 4 satélite Solidaridad.

## SATELITES SOLIDARIDAD DESCRIPCION GENERAL

FABRICANTE:	HUGHES AIRCRAFT
MODELO:	HS-601
ESTABILIZACION:	TRIAXIAL
POTENCIA:	3,370 WATTS
PESO APROXIMADO:	2,772 Kg
VIDA UTIL:	14 AÑOS
POSICION ORBITAL	
* SOLIDARIDAD I:	109.2° W
* SOLIDARIDAD II:	113.0° W



CONTRATA DE:

**TELECOM**<sup>S</sup>  
TELICOMUNICACIONES DE MEXICO

FABRICANTE	HUGHES AIRCRAFT
MODELO	HS - 601
ESTABILIZACIÓN	TRIAxIAL
POTENCIA	3, 370 Watt
PESO MÁXIMO	2.772 Kg
VIDA ÚTIL	14 AÑOS
POSICIÓN ORBITAL	
SOLIDARIDAD 1	109.2 W
SOLIDARIDAD 2	113.0 W

Tabla 1.

## 2.1 Características Del Sistema Solidaridad En La Banda L.

Con los recientes avances tecnológicos en materia de telecomunicaciones, en México es indispensable tomar parte en el desarrollo de las nuevas tecnologías en el campo de la comunicación móvil, para lograr esto se incluye un transponder de banda L en el sistema Solidaridad para prestar servicios aprovechando las características de dicha banda.

El intervalo de frecuencias que cubre estos transponders va desde los 1530 a 1559 Mhz y de los 1631.5 a 1660.5 Mhz, para comunicación con las unidades móviles; y para establecer la comunicación con el satélite y las estaciones base se utiliza la banda Ku. La cobertura obtenida en banda L del sistema Solidaridad, es todo el territorio nacional con una potencia isotrópica radiada de 45 dBw.

Su funcionamiento consiste en que el transpondedor recibe la señal de una estación terrena en banda Ku y la transmite a sus usuarios móviles en tierra, mar o aire en banda L, empleando un arreglo de 26 antenas dipolo tipo copa, ahora bien mediante este arreglo las señal son enviadas a los usuarios en banda L y a las estaciones base en banda Ku.

La banda L para el servicio móvil dispone de un ancho de banda el cual se fragmenta para los diferentes servicios ver tabla 2.

Móvil Terrestre	1530 Mhz - 1533 Mhz
Móvil	1525 Mhz - 1530 Mhz
Móvil Marítimo	1533 Mhz - 1535 Mhz
Móvil Marítimo	1535 Mhz - 1544 Mhz
Móvil	1544 Mhz - 1545 Mhz
Móvil Aéreo	1545 Mhz - 1555 Mhz
Móvil Terrestre	1555 Mhz - 1559 Mhz

Servicio	Rango de Frecuencia
Móvil Marítimo	1626.5 Mhz - 1631.5 Mhz
Móvil Terrestre	1631.5 Mhz - 1634.4 Mhz
Móvil Marítimo	1634.5 Mhz - 1645.5 Mhz
Móvil	1645.5 Mhz - 1646.5 Mhz
Móvil Aéreo	1646.5 Mhz - 1656.5 Mhz
Móvil Terrestre	1656.5 Mhz - 1660 Mhz
Móvil Terrestre	1660 Mhz - 1660.5 Mhz

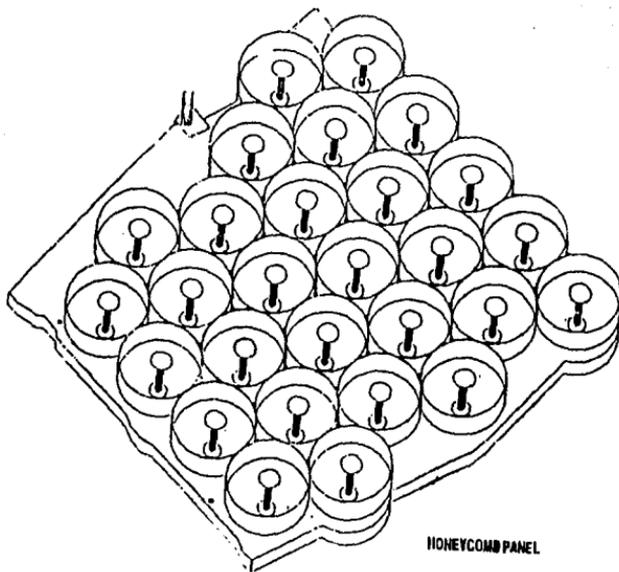
La antena de la banda L en el satélite esta basada en un arreglo de 26 copas parabólicas que emplean dipolos como elementos radiadores.

Ver figura 5 Antena para banda L.

Los principales servicios que permite el sistema de banda L son la de comunicación móvil de voz y datos para vehículos terrestres, aéreos y marítimos.

## L Band Antenna

91



## 2.2 CARACTERÍSTICAS DEL TRANSPONDER

Banda	Número	Frecuencia (MHz)	Polarización	Frecuencia (MHz)	
				Vertical	Horizontal
L	1	20	RB	VERTICAL Ku	CIRCULAR DERECHA
		17		CIRCULAR DERECHA	HORIZONTAL Ku

Tabla 3.

## 2.3 CAPACIDAD DISPONIBLE EN BANDA L.

Banda	Número	Frecuencia (MHz)	Polarización	Capacidad (MHz)	Servicio
RB	L	1	20	45.5	COMUNICACIÓN MÓVIL DE VOZ Y DATOS AÉREA, MARÍTIMA Y TERRESTRE

Tabla 4.

TXD x = TRANSPONDERS.

B = ANCHO DE BANDA.

PIRE = POTENCIA ISOTRÓPICA RADIADA EFECTIVA.

EL TRANSPONDEDOR DE 20 MHz LO OPERA SOLIDARIDAD 1;

EL DE 17 LO OPERA EL SOLIDARIDAD 2.

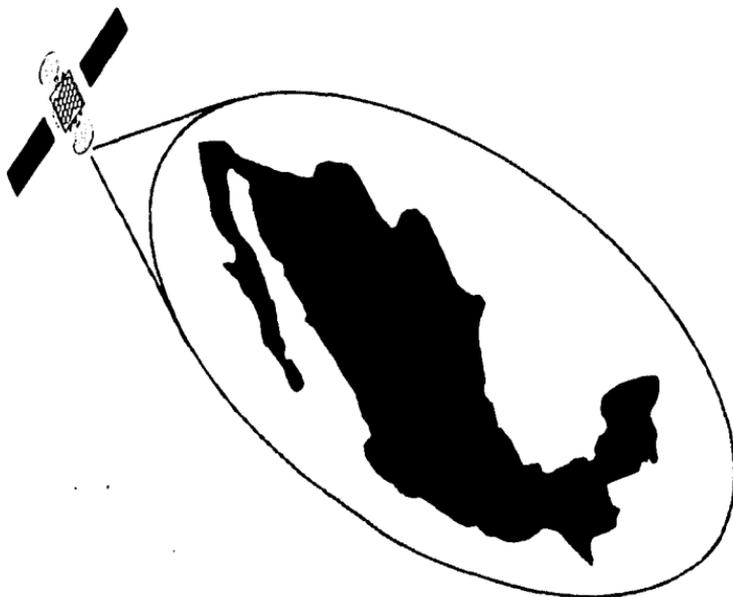
#### 2.4 COBERTURA REGIONAL PARA LA BANDA L.



Tabla 5

figura 6 Región de cobertura para banda L .

# *Cobertura de la banda "L"* *del Sistema de Satélites Solidaridad*



19

### **3. TÉCNICAS DE ACCESO.**

---

#### **3.1 Modulación por codificación de pulsos ( PCM ).**

La modulación por codificación de pulsos es la técnica con que se conoce a las señales de banda base obtenidas de la cuantización de la señal PAM, codificando cada muestra cuantizada en una palabra digital de determinado número de bits en forma proporcional al número de intervalos de cuantización siguiendo la siguiente relación:

$$L = 2^n$$

L = número de intervalos de cuantización.

n = número de bits usados para representar digitalmente las muestras PAM.

De manera, que si por ejemplo se usan 4 bits, se tendrían 16 niveles de cuantización; si se usaran 8 bits, se tendrían 256 niveles. PCM es de gran importancia en las telecomunicaciones ya que es la base de la telefonía, en la cual se ha estandarizado una velocidad de uso de 8Khz y un tamaño de palabra de 8 bits.

Las ventajas de la modulación de pulsos codificados ( PCM ) son :

- En comunicación de larga distancia, las señales PCM pueden regenerarse por completo en las estaciones terrenas.

\* Los circuitos de modulación y demodulación son digitales como consecuencia son mas confiables y mas estables.

\* Reduce la interferencia y el ruido.

El acceso múltiple es la posibilidad proporcionada a varias estaciones terrenas de transmitir simultáneamente sus portadoras respectivas al mismo transponder del satélite y además buscando un equilibrio entre el ancho de banda y la potencia del transponder.

Entre los diversos sistemas de acceso múltiple aplicado actualmente, existen dos tipos de mayor empleo como los son:

a) FDMA

b) TDMA

Acceso Múltiple Por División De Frecuencia ( FDMA ).

Los sistemas FDMA , segmentan el ancho de banda de un transponder para la transmisión de portadoras múltiples. FDMA puede ser empleado para transmisiones con modulación analógica o con modulación digital.

Acceso Múltiple Por División De Tiempo ( TDMA ).

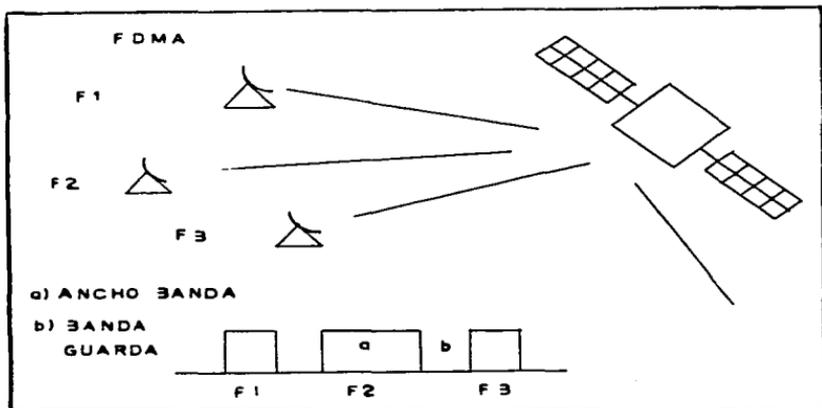
Los sistemas TDMA, se caracterizan por la utilización de una frecuencia donde el ancho de banda asociado con dicha portadora es en algunos casos el ancho de banda completo del transpondedor. Este ancho de banda es compartido en tiempo por los usuarios en una ocupación de

ranuras de tiempo. A pesar de que la ventaja primordial del TDMA es concebida en un sistema que emplea el ancho de banda completo del transponder, existen casos donde dicho ancho de banda puede ser una fracción del ancho total. TDMA es recomendado exclusivamente en transmisiones que emplean modulación digital.

### **3.2 Acceso Múltiple Por División De Frecuencia.**

El acceso por FDMA es el más simple por que cada una de las señales a multiplexar se modulan con diferente portadora de manera que los canales queden espaciados uno del otro, para evitar de esta manera la intermodulación provocada por el amplificador de transmisión la cual es provocada por el manejo de las diferentes señales, para evitar esto o minimizarlo, se logra mediante una adecuada elección de la frecuencia de los canales.

En el caso de la transmisión de varias portadoras en un mismo transponder, se emplean bandas de guarda en los canales para evitar la intermodulación, el tamaño de estas bandas deberán considerar los corrimientos de las frecuencias de los osciladores, así como las imperfecciones de los filtros empleados. En FDMA, la capacidad del ancho de banda de un transponder puede ser compartido por varios usuarios. Ver figura 7 acceso FDMA.



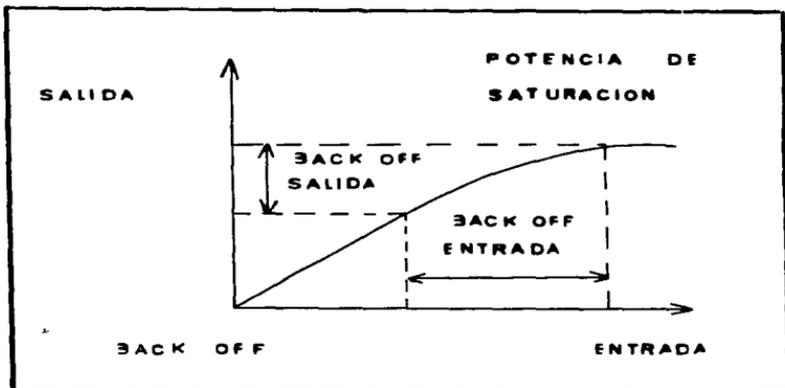
Esquema FDM/FM/FDMA.

En el desarrollo de la técnica de acceso FDM/FM/FDMA, cada una de las estaciones cuenta con un arreglo de canales y grupos de entrada que a su vez forman supergrupos de 60 canales los cuales ocupan una banda base de 256 KHz. o en su defecto grupos de 12 con un ancho de banda de 48 KHz. esto para cuando el tráfico de información es menor.

Cuando un grupo de una estación A es transmitido este llevara canales con destinos diferentes, pero que todas se modularan en una misma portadora con un rango de 70 Mhz +/- 18 Mhz F1 y que posteriormente se montara en una portadora RF para poder ser enviada hacia la antena. Todos los sistemas que se encarguen de recibir la señal de la estación A

tendrán que demodular la señal y mediante un proceso de filtrado extraer el canal correspondiente.

Pero existe un pequeño problema debido a que existen varias portadoras las cuales están en el mismo transponder y debido a que el tubo de ondas progresivas no es lineal, es recomendable operar este en un punto abajo de su nivel de saturación a esto se le da el nombre de back off. Por que reducir el punto de operación? Por que al trabaja en la región no lineal provocara niveles altos de intermodulación que afectara la calidad de las señales amplificadas. Ver figura 8 Back Off.



En los sistemas FDM/FM/FDMA, la capacidad de un transponder operando, varía de acuerdo al número de portadoras, la cual esta íntimamente ligada al número de estaciones accesadas al transponder. En la tabla 6 se representa la variación del número de canales para un número diferente de portadoras.



1	36	900	900
4	3 de 10	132	456
14	2.5	24	336

Tabla 6

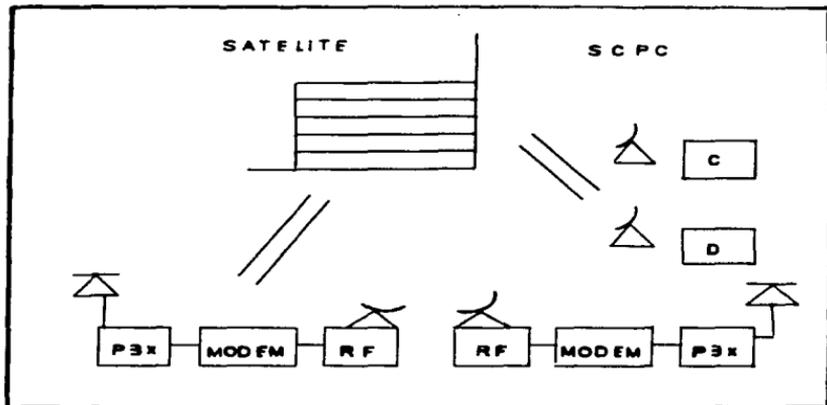
Los transponder de 36 Mhz , normalmente se operan con portadoras de 2.5, 5 o 10 Mhz , para este tipo de sistemas. También se tiene el caso que se emplee todo el transponder por una sola portadora para telefonía. En el caso de TV, se puede tener una portadora de 36 Mhz en acceso único o también, dos canales de 18 Mhz , con es el caso del satélite Morelos.

FDM/FM es muy eficiente en el aprovechamiento del espectro en el sentido de que cada enlace entre dos estaciones tiene asignada una frecuencia única que no puede ser empleada por ningún otro enlace. Pero debido a los problemas que representa la FDM/FM/FDMA provocada por los circuitos y filtros complejos usados para su funcionamiento y por la

presencia de intermodulación entre los canales, se estudiaron otros métodos de acceso por división de frecuencia al satélite, el cual recibe el nombre de canal único por portadora SCPC.

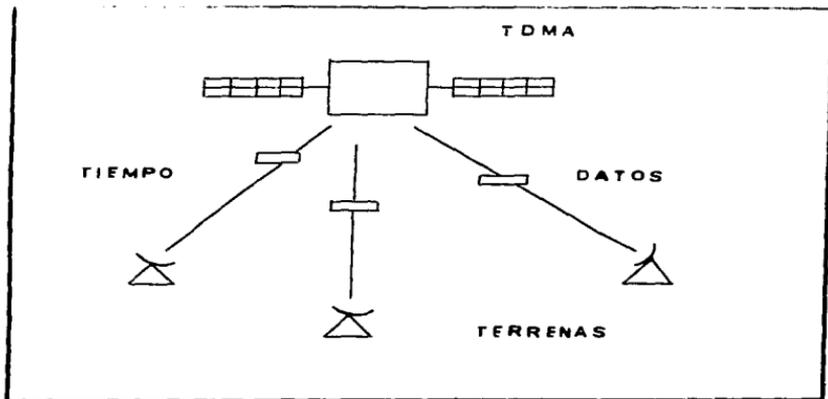
La técnica de canal único por portadora ( SCPC ) tiene gran aplicación cuando se desea interconectar un gran número de estaciones terrenas de muy baja capacidad o demanda de tráfico y consiste en que cada canal se le asigne una frecuencia portadora de RF , misma que es modulada por la señal de FM .

Dado que en telefonía las llamadas son al azar, el espectro en el transponder puede ser usado de una forma mas eficaz, de la siguiente manera empleando la RF únicamente cuando esta es utilizada, por ejemplo tenemos una estación " A " la cual termina de transmitir entonces su frecuencia es guardada en un banco central , pero si otra estación " B " desea transmitir el banco central le puede asignar una frecuencia de trabajo ya sea diferente o la misma que empleo la estación " A " , el criterio que podemos observar es que el banco central de frecuencias va asignar la frecuencia a quien lo pida primero, a este tipo de funcionamiento se le da el nombre de acceso múltiple por asignación de demanda ( DAMA). Ver figura 9 sistema SCPC.



### 3.3 Acceso Por División De Tiempo.

La multiplexación por división de tiempo consiste en asignar a cada señal un tiempo para que de esta manera le permita al satélite recibir las transmisiones de las diferentes señales proveniente de las diferentes estaciones terrenas logrando con esto evitar la intermodulación, cada estación deberá de determinar el tiempo y el rango de adquisición de la señal para que de esta manera las señales estén en tiempo a la hora de llegar al satélite. Ver figura 10 Configuración TDMA.



TDMA maneja una ráfaga de RF de alta energía, con modulación QPSK ( phase shift keying en cuadratura ), la cual llega al satélite en un tiempo asignado y como solo se encuentra una señal en el tiempo dado en el transponder lográndose con esto eliminar la intermodulación . Con el acceso por división de tiempo nos permite trabajar con el amplificador de salida en saturación, logrando con esto un mayor incremento en la potencia de salida. Para evitar la intermodulación se logra con un tiempo de guarda apropiado siendo un tiempo de guarda típico del 10%. Cada señal TDMA contiene una señal piloto que le permite ser direccionada a las diferentes estaciones.

En un sistema de TDMA la red de estaciones terrenas que la constituyen, envían periódicamente una o más ráfagas al satélite. Las señales de entrada al transponder de tráfico TDMA está constituido por un grupo de ráfagas originado por un número de estaciones terrenas transmisoras, a este conjunto de ráfagas se conoce como cuadro TDMA y el cual está conformado por los siguientes elementos:

- a) Dos ráfagas de referencia RB 1 Y RB 2.
- b) Ráfagas de tráfico
- c) Tiempo de guarda entre las ráfagas.
- d) Longitud del cuadro de la trama.

#### **Ráfagas De Referencia.**

Para motivos de seguridad cada trama o cuadro cuenta con dos ráfagas de referencia RB 1 Y RB 2. La ráfaga de referencia primaria, que puede ser RB 1 o bien un RB 2 la cual puede ser transmitida por una de las estaciones de la red, la cual es denominada estación de referencia de la red ( PRS ). Y otra ráfaga de referencia puede ser designada referencia secundaria que puede ser RB 2 si la anterior fue RB 1, la cual es enviada por una estación de referencia secundaria ( SRB ), esto permite que si la estación primaria fallara y por medio de una conmutación automática entrara la estación secundaria, lográndose como consecuencia evitar la falla total del sistema, la ráfaga de referencia no tiene información de tráfico y es empleada únicamente para proporcionar el tiempo para todas las señales que llegan al transponder del satélite. Logrando con este un intercambio adecuado de ráfagas de tráfico dentro del cuadro TDMA.

### Ráfagas De Tráfico.

La ráfaga de tráfico, es transmitida por las estaciones terrenas que accesan al satélite, la transmisión de ráfagas pueden variar de una a varias ráfagas por cuadro TDMA y las cuales pueden estar acomodadas en cualquier parte del cuadro según un plan de tiempos de ráfaga que coordinan el tráfico entre las estaciones. El tamaño de la ráfaga estará en función de la información.

### Tiempo De Guarda.

El tiempo de guarda pequeño es requerido entre las ráfagas que se originan en diversas estaciones para asegurar que dichas ráfagas no se traslapen cuando estas lleguen al transponder. Por lo que este tiempo debe ser lo suficientemente largo para permitir con esto tener una diferencia en la exactitud de los temporizadores de transmisión y en la variaciones de rango en el satélite, este tiempo de guarda debe ser igual al pulso de recepción que marca el inicio del cuadro TDMA.

### Estructura De La Ráfaga TDMA.

La ráfaga de tráfico, los bits de información están precedidos por un grupo de bits llamados preámbulo y los cuales son empleado como señales de sincronización de ráfaga, además de que portan información de control. La ráfaga de referencia contiene solamente el preámbulo, la cual esta conformada por un recuperador de portadora, un reloj, las cuales permiten al demodulador de la estación terrena recuperar la fase de la

portadora, así como regenerar el reloj de temporización de bits para la demodulación de datos.

Después de la secuencia de recuperación de portadora y del reloj, sigue la palabra de código de ráfaga la cual es empleada en la ráfaga de referencia para temporizar y además permite a una estación localizar la posición de una ráfaga de tráfico en el cuadro, siendo la palabra de código unos y ceros . Finalmente, el canal de señalización de ráfaga esta constituido por las siguientes sub ráfagas:

- a) Un canal denominado hilo el cual maneja trafico de voz y datos mediante esta las instrucciones son transmitidas entre estaciones.
- b) Un canal de administración, el cual se encarga de coordinar el trafico entre las estaciones.
- c) Un canal de temporización de transmisión, se encarga de que las ráfagas transmitidas, lleguen al satélite dentro de la ranura de tiempo correcta.

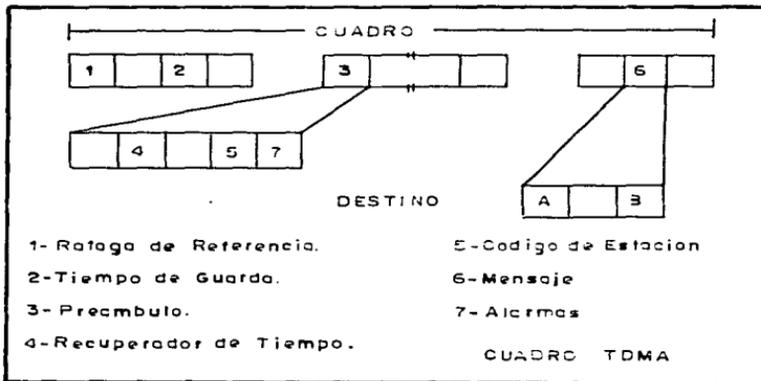
Por otra parte, el canal de señalización esta formada por otras sub ráfagas:

- a) Un canal hilo que se encarga de manejar las referencias de tiempo de las estaciones que están accedando al satélite.
- b) Un canal de servicio, que se encarga de enviar el estado de las estaciones de tráfico a las estaciones de referencia, además de manejar otra información como alarmas Además de de esta sub -ráfagas en el preámbulo las ráfagas de referencia y de tráfico puede

portar otras señales como el número de identificación de la estación y el tipo de ráfaga. Ver figura 11 trama TDMA.

**Acceso Múltiple Por Distribución De Frecuencia y Distribución En El Tiempo ( TDMA / FDMA ).**

El acceso múltiple por distribución de frecuencia y distribución de tiempo es un método empleado por las estaciones terrenas las cuales trabajan en FDMA y además comparten el mismo transponder bajo un sistema TDMA, mientras que en un TDMA puro se ocupa todo el ancho de banda del transponder las transmisiones por TDMA/FDMA ocupa solamente una fracción de este ancho de banda. Otra ventaja es que podemos emplear la técnica de asignación por demanda DAMA /TDMA.



#### **4. ESTRUCTURA TERRESTRE EMPLEADA EN SERVICIO MÓVIL.**

Las comunicaciones móviles se han empleado tradicionalmente se han empleado para comunicar puntos muy distantes entre si, haciendo uso de la banda L cuyo ancho de banda es 1525 - 1660.5 y la cual esta dividido en diferentes sub-bandas para los diferentes servicios como son los servicios terrestres , aeronáuticos y marítimos.

##### **4.1 Servicios Terrestres.**

Los primeros sistemas de comunicación de este tipo fueron de canal abierto, trabajando en frecuencia de Mhz pero debido a la demanda se tuvo que emplear frecuencias mas altas trabajando en frecuencias menores a 1 Ghz con pequeños grupos de 12.5, 25 y 30 Mhz. De donde surgieron los sistemas troncales cuya característica principal era la de compartir las frecuencias con diferentes usuarios.

Este sistema estaba constituido por una estación base encargada de transmitir y recibir las peticiones de los usuarios que deseaban utilizar el servicio ya sea por servicio de radio o de línea terrestre de manera que le asignaba un canal según el servicio deseado. Este sistema también cuenta con un procesador central encargado de administrar las peticiones esto es formando una cola de espera y asignando canales libres y enrutando hacia los móviles apropiados.

El uso del satélite han sido un complemento de los servicios móviles terrestres a los cuales les ha permitido tener una mayor cobertura para

áreas rurales y zonas suburbanas que en muchas ocasiones estaban fuera del alcance de los sistemas convencionales.

El empleo del satélite no solo esta restringido a los sistemas terrestres sino que pueden aplicarse a los sistemas marítimos y aeronáuticos.

Siendo las aplicaciones mas importantes la transmisión de datos, telefonía, radio-búsqueda y radiodifusión de sistemas de emergencia.

Los sistemas AUSSAT y Solidaridad son los primeros sistemas vía satélite que prestarán este tipo de servicio.

Dado lo anterior Telecomunicaciones de México operará el sistema MOVISAT. El cual permitirá la transmisión de voz y datos vía satélite desde o hacia cualquier punto del territorio nacional, sur de los EE.UU, el Caribe y su mar patrimonial. Con este sistema Telecomm se convierte en la primera pionera en Latinoamérica en prestar este tipo de servicio.

Para lograr prestar este tipo de servicio es necesario contar con la siguiente infraestructura:

- Sistema de satélite ( Solidaridad ).
- Centro de control de comunicaciones móviles ( Contel, Iztapalapa ).
- Sistema de interconexión de red.
- Terminales móviles.

El sistema de satélite no es mas que contar con satélite que cuente con el sistema de banda L cuyo espectro de frecuencia sea de 1525 - 1660.5

la cual estará sub-dividida en diferentes sub-bandas para los diferentes servicios

El centro de control móviles no es más que el centro de comunicación bidireccional para la transmisión de voz y datos, este centro de control es constituido por el sistema :

- Unidad de Canal.
- Centro de Operación de Red.
- Centro Controlador de Red ( NCC).
- Sistema de Antenas

La unidad de canal se comporta como un MODEM satélital que manera el acceso TDMA o SCPC. Además de proporcionar una comunicación full duplex entre móvil y usuario.

El sistema de operación de red se encarga de la comunicación directa con los móviles y/o redes privadas o datos, así también se encarga de la comunicación entre la comunicación del móvil con las redes públicas de telefonía y datos. Este sistema no controla el acceso a la red, solo sirve de interfase entre el móvil y las redes públicas y privadas.

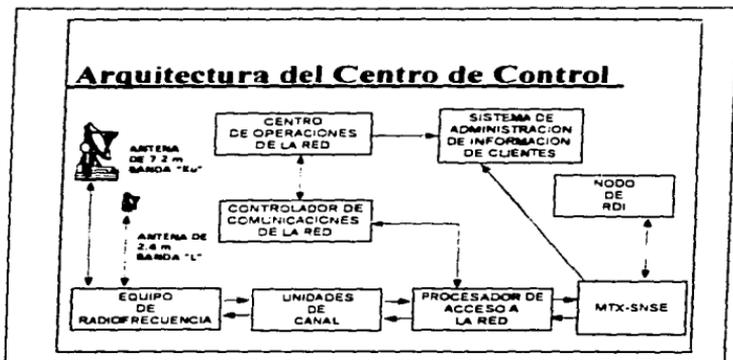
El controlador de comunicación de red ( NNC ) se encarga de realizar el control en tiempo real de las operaciones de conmutación, asignación de canales satelitales y el manejo de acceso de los usuarios, estableciendo la comunicación de la estación y los móviles.

El sistema de antenas esta constituido por una antena de banda Ku de 7.2 mts. de diámetro para la comunicación, y una antena para banda L de 2.4 mts. de diámetro para el monitoreo.

#### Funcionamiento.

Cuando existe una solicitud de llamada del móvil hacia NCC este se realiza mediante un enlace tipo L - Ku. El NCC accesa la llamada a la estación por medio de un enlace Ku - Ku y se le adiciona un sistema dúplex Ku - L y L - Ku y esto es supervisado por la señalización del enlace Ku - Ku.

Cuando la comunicación es al revés es decir cuando se quiere un enlace entre la estación base y el móvil en este caso el NCC se encarga de localizar al móvil por medio de una señalización en banda L cuando el móvil es reconocido la señalización asigna un circuito dúplex en Ku - L para el móvil y Ku - Ku para la estación base. Para de esta manera tener un monitoreo constante. Ver figura 12 Centro de control.



Las terminales móviles empleadas cuentan con una antena de baja ganancia omnidireccional o antenas dirigibles con ganancia mas alta. Para las comunicaciones de este tipo la señal llega a la antena la cual esta compuesta no solo por la componente directa sino también por reflexiones multirayectoria además de las posibles sombras debidas a la vegetación, las antenas empleadas para el servicio móvil generalmente no tienen directividad, y se diseñan para recibir señales provenientes de cualquier dirección, a diferencia de los sistemas de banda C y Ku cuyas señales tienen una dirección predeterminada, el equipo móvil cuenta con las siguientes características

• Banda de frecuencia utilizada.

- 1626.5 - 1660.5 Mhz ( transmisión ).
- 1525 - 1595 Mhz ( recepción ).

• Dimensiones.

- 30.8 cm X 18 cm X 5.7 cm ( transreceptor ).
- 22.6 cm X 18 cm X 6.4 cm ( equipo de antena ).

• Peso.

- Transreceptor 3.4 Kgs.
- Equipo de antena 3.4 Kgs.

• Temperatura de operación.

- - 30 C - + 55 C.

#### 4.2 Sistema móvil en México.

A raíz de la implementación del sistema Solidaridad surge el sistema Movisat el cual será empleado para la transmisión de voz y datos para los sistemas móviles y dará a México ser el primer pionero en las comunicaciones de este tipo en Latinoamérica.

**a) Movisat Datos.**

Es un servicio a través del sistema de satélites Solidaridad que permite la comunicación móvil de datos a baja velocidad en forma bidireccional entre unidades marítimas y terrestres, así como sistemas ubicados en puntos remotos o en las instalaciones de las empresas.

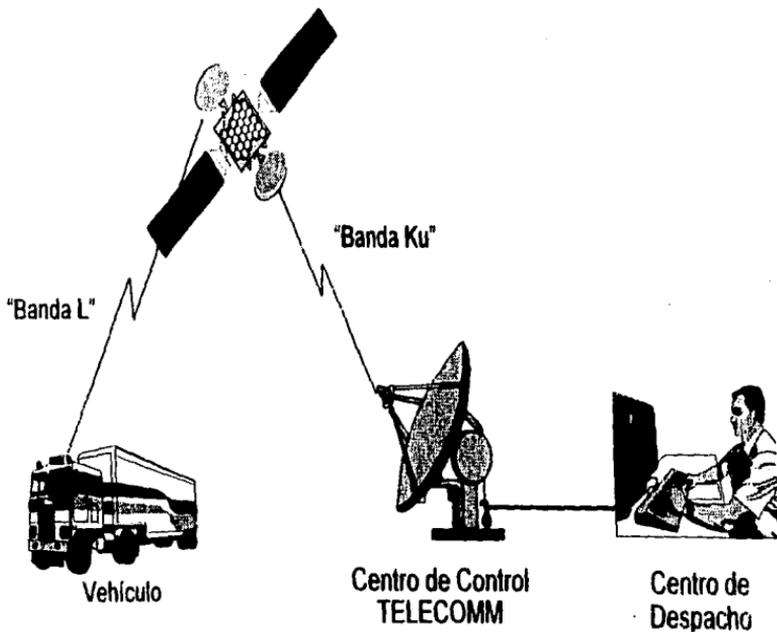
**Características del servicio.**

**Permite el intercambio de mensajes entre los sistemas :**

- \* Móvil - fijo.
- \* Fijo - móvil.
- \*Móvil - móvil.

**Ver figura 13 Movisat Datos.**

# Sistema *MOVISAT Datos*



**TELECOMM**  
TELECOMUNICACIONES DE MEXICO

Además permite interconectarse con los centros de despacho a través de las redes públicas o privadas.

Prestando servicios como :

- \* Trasferencia de mensajes - permitiendo el intercambio de información a través de mensajes con una longitud de hasta 120 caracteres entre centros de despacho y vehículos, vehículos y centros de despacho y vehículo y vehículo.
- \* Monitoreo remoto ( SCADA ) - permite el envío de mensajes cortos en forma periódica desde terminales móviles. Este servicio permite conocer el estado del vehículo, el nivel de combustible, temperatura de la carga etc.
- \* Reporte de datos ( Poleo/GPS ).- Permite el envío de reportes a las terminales móviles en la modalidad de multidestino, con la posibilidad de seleccionar al grupo de terminales a las cuales se desea mandar un mensaje específico. Este servicio permite la localización permanente del vehículo, mediante un sistema global de posicionamiento, para lo cual solo se requiere incorporar un software de mapeo en el centro de control.

-Terminal móvil.

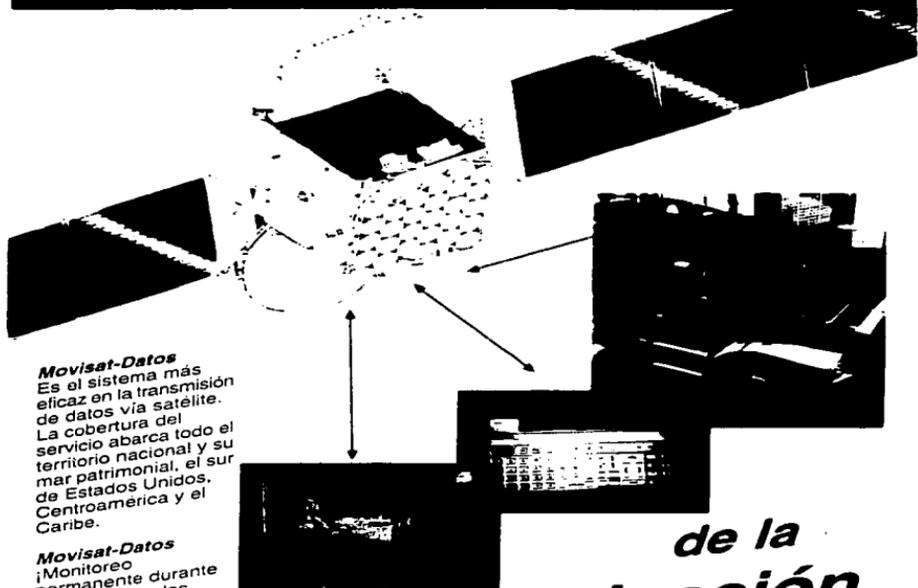
El equipo empleado para el sistema Movisat datos está integrado por:

- \* Antena de comunicación en banda L ( GPS incluido ).

- Equipo transreceptor de comunicación móvil vía satélite
  - Terminal Trimble.
  - Terminal Rockwell.
- Teclado de datos.

Ver figura 14 Equipo Movisat.

# Conquista el espacio...



## **Movisat-Datos**

Es el sistema más eficaz en la transmisión de datos vía satélite. La cobertura del servicio abarca todo el territorio nacional y su mar patrimonial, el sur de Estados Unidos, Centroamérica y el Caribe.

## **Movisat-Datos**

¡Monitoreo permanente durante las 24 horas., los 365 días del año!

# de la **Comunicación**

**TELECOMM**  
TELECOMUNICACIONES DE MEXICO

**b) Movisat Voz**

Es un servicio ofrecido por Telecomunicaciones de México para comunicación de voz para móviles terrestres, aéreos y marítimos, a través de la banda L del sistema Solidaridad. Prestando servicios de voz 6.75 Kbps, así como operar con el sistema de telefonía celular.

Permitiendo la comunicación entre:

- Móvil - fijo.
- Fijo - móvil.
- Móvil - móvil.
- Fijo - fijo.

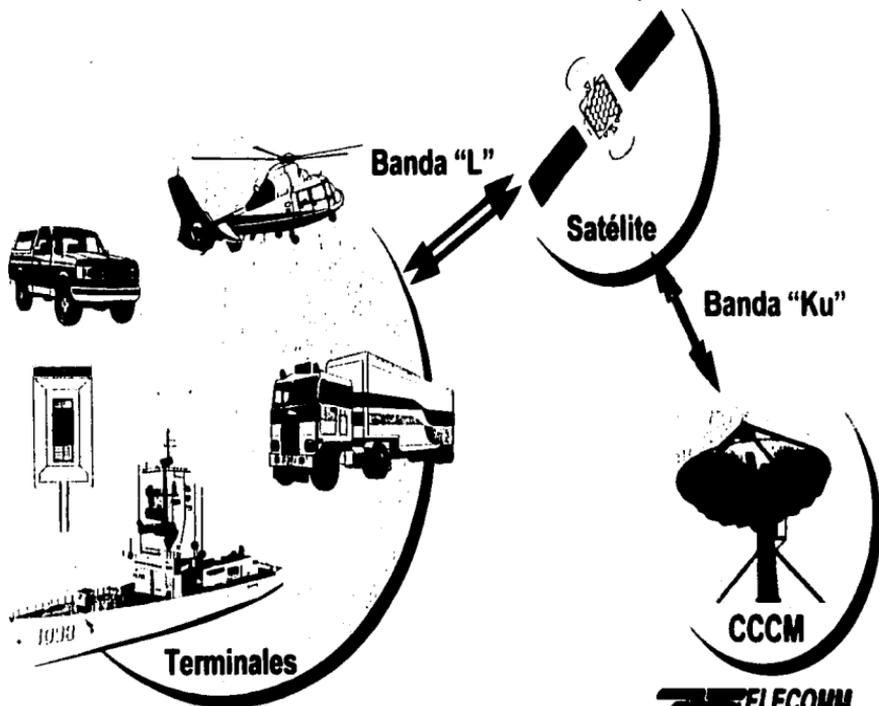
Ver figura 15 Movisat Voz.

Servicios prestados por Movisat voz.

- Control de redes. - Para el envío de mensajes específicos para grupos en la modalidad de multidestino.
- Llamada a grupos. - Para el envío de llamadas de interés general.

# Red **MOVISAT** Voz

57



**TELECOMM**  
TELLECOMUNICACIONES DE MEXICO

El sistema de terminales móviles esta estructurada por :

- **Transreceptor**  
Terminal Westinghouse serie 1000.  
Terminal Mitsubishi.
- **Antena omnidireccional para banda L.**
- **Antena para monitoreo de posicionamiento.**
- **Auricular.**

figura 16 y 17 transreceptor Westinghouse y Mitsubishi.

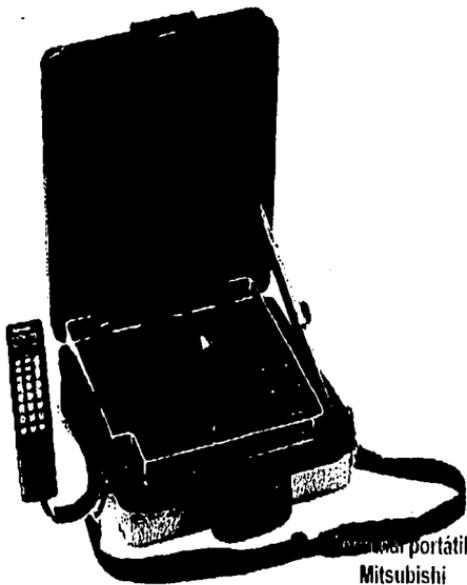
La banda L esta asignada al sistema móvil. Pero sin embargo de acuerdo a la recomendación 819 del CCIR, considera que esta banda puede ser empleada para usos de comunicación fija principalmente en las zonas rurales. Esta aplicación esta siendo contemplada por el sistema Solidaridad principalmente en el sistema de telefonía rural ( RURALSAT ).

# Transreceptor y Auricular



Terminal Westinghouse  
serie 1000

# Terminal portátil



Terminal portátil  
Mitsubishi

**TELECOMM**  
TELÉCOMUNICACIONES DE MÉXICO

#### **4.4 Servicios Aeronáuticos.**

En el año de 1964 se mostró que la comunicación vía satélite podría emplearse para transmitir desde una nave en vuelo, desde entonces el sistema de comunicación aeronáutica satelital ha crecido y los servicios de datos esta disponible en cualquier parte del mundo.

Dentro de los servicios mas desarrollados es el sistema telefónico que antiguamente solo era posible en Norteamérica pero que actualmente es posible comunicarse a mas de 180 países. Existe una pequeña limitante respecto alas llamadas tierra - aire esta limitante es debida a problemas de identificación de la aeronave en cual esta viajando el pasajero, pero esta limitantes están siendo resueltas para lograr un mejor servicio.

Pero dentro de las ventajas ha demostrado el pronto uso del facsimil el cual cuando este totalmente acoplado a los servicios de comunicación de computadora a computadora, será el sueño de las gentes de negocios que viajan continuamente contar con una oficina en el aire. Además existen muchas otras características que proporcionaran viajes mas placenteros; como es que los pasajeros puedan recibir la programación de los eventos deportivos, boletines informativos, información financiera, mediante un directorio se lograra confirmar vuelos, reservar hoteles, rentar autos, etc. Además el pasajero tendrá una mayor seguridad y eficiencia del servicio, todo esto como resultado de la integración del servicio vía satélite.

El sistema de comunicación satelital también incrementará el número de aviones que podrán volar a lo largo de trayectorias establecidas y de esta manera reducir el número de retardos en los vuelos que se presentan en

las horas pico, además permitirá tener una mejor identificación del mal estado del clima y permitirá tener una mejor localización de rutas de los vuelos.

En este sistema existen cuatro diferentes modos de tráfico en la comunicación en el que el desarrollo tecnológico del sistema de satélite revolucionará las comunicaciones para este tipo de sistema, y cada una incluye diversas categorías como : meteorología, estado de los sistemas, tráfico, etc.

**Servicios de tráfico aéreo.** Es la comunicación para brindar seguridad a la vida humana que abarca la comunicación entre el personal de la aeronave y la torre de control para la comunicación de datos, telefónico y vigilancia.

**Control de operación de la nave.** Por medio de la cual la compañía tiene el control de las aeronaves y la comunicación desde cualquier punto mediante el intercambio de datos o transmisión de señales vocales por medio del cual se controla el control de los vuelos.

**Correspondencia pública.** Mediante el cual se presta el servicio a los usuarios como el uso del sistemas telefónico, telex e incluso un servicio de acceso a los computadores de red.

Los sistemas de aviación tienden al uso de la tecnología digital, por lo que las normas internacionales inclinan a las comunicaciones aeronáuticas por satélite hacia el empleo de señalizaciones, protocolos empleando el sistema digital.

El concepto actual para el servicio de los sistemas de comunicación aeronáutica por medio del satélite en la banda L son:

La banda empleada por el sistema aeronáutico esta designada por la sigla R que significa que solo esta banda es empleada para las comunicaciones correspondientes a seguridad y la vigilancia de la ruta de los vuelos. Debido a esto surge un concepto llamado AUSAT ( Auratio Satellite Corporation ). El cual da una sugerencia de servicio alternativo.

La estructura de comunicación del AUSAT requiere de un sistema de comunicación digital totalmente integrado para transmisión de voz y datos provenientes de la cabina del piloto o de los pasajeros. Para llevar a cabo esto se requiere que el acceso sea por TDMA para de esta manera tener una comunicación continua entre la aeronave que trabaje con el sistema AUSAT en conjunto con cuatro estaciones terrenas. Proporcionando además una interconectividad con más estaciones secundarias que se encuentren ubicadas en aeropuertos y estaciones regionales de las aerolíneas ubicadas en cualquier parte del mundo. El sistema de comunicación AUSAT proporciona al pasajero tener una comunicación cercana a la telefonía comercial permitiendo transmitir voz através de complejos algoritmos de codificación de voz a 8 kps.

El sistema de satélites AUSAT trabajo con un sistema de estaciones terrenas fijas, las cuales se encontraban ubicadas alrededor del mundo para poder interconectarse con ellos mismos y además con redes de voz y datos operados por aviación. El sistema AUSAT da un servicio de comunicación global integrado por :

- \* Control de tráfico aéreo.

- \*Control de operación aeronáutica.
- \*Control para pasajeros.

Este servicio permitirá a los usuarios contar con un servicio múltiple de canales telefónicos dándoles un servicio con la calidad de la telefonía comercial. Este sistema está diseñado para tener una completa integridad con los sistemas globales futuros permitiendo un crecimiento en los sistemas de voz y datos como :

- \* Vigilancia dependiente automática
- \* Recopilación de datos ( por ejemplo información climatológica, etc )

La configuración para el transponder de la banda C a la L, está conformada por un segmento terrestre que a su vez está integrada por los siguientes elementos:

- \* Estación terrena
- \* Centros de coordinación aeronáutica
- \* Sistema de control y manejo de red
- \* Estaciones terrenas secundarias

Cada una de las estaciones terrenas trabaja con un sistema de banda C cada una de las cuales cuenta un sistema de radio circuitos terrestres cada una con su equipo de RF amplificadores de potencia convertidores de subida y bajada. Todo esto está proporcionado un alto nivel de confiabilidad y con el sistema se logra monitorear y controlar desde las estaciones terrenas distantes geográficamente.

Cada antena de comunicación se le integra un equipo de banda L para verificar constantemente la transmisión del satélite a la aeronave en la región local del haz puntual.

#### **4.5 Servicio Marítimo.**

El propósito para cual fue creado el sistema INMARSAT fue contar con un sistema de control para prevención contra desastres, dar seguridad y mejorar la eficiencia y administración de los barcos, así como de proporcionar servicios de correspondencia pública para los viajeros. La primera vez que se introdujo este servicio ofreció solamente servicios básicos como voz y telex pero actualmente presta servicios como facsímil y datos de alta velocidad 64 kps. El sistema INMARSAT presta un servicio a mas del 90 % del mercado que representan a los cruceros en todo el mundo.

Dentro de las aplicaciones que el sistema de comunicación móvil vía satélite es el mismo que en los sistemas terrestres y aéreos que es la seguridad y comodidad de los usuarios, y el cual proporciona la transmisión de señales de alerta a los centros de coordinación de rescate y la comunicación por satélite permite tener una comunicación con la embarcación para proporcionales asistencia. Este servicio también ha sido adoptado por los yates privados los cuales han reconocido los beneficios de la comunicación vía satélite. Que con la instalación de un sistema INMARSAT - C , el cual no requiere de un complicado mecanismo para posicionar la antena esta siendo adquirido por los propietarios de los yates y pequeñas embarcaciones ya que les permite contar con servicios de llamadas de datos, correo electrónico, etc.

El sistema de satélite INMARSAT - C es un sistema móvil de comunicación por telex y comunicación de datos de gran importancia que ofrece un modo de operación con barcos y servicios terrestres.

Este sistema de satélite esta ubicado en una órbita geoestacionaria y el cual tiene una cobertura global en las cuatro regiones del océano, excepto las zonas polares.

La introducción de este sistema esta basada en el uso del sistema de estaciones terrestres de bajo costo y accesibles para la comunicación móvil adaptables para cualquier sistema ya fuera este aeronave, automóvil . Al realizarse este por medio de un enlace digital da como ventaja que se pueda emplear en un sistema de mayor cobertura para un enlace punto multipunto. Características y servicios de las estaciones y los móviles.

Una estación terrena sirve de enlace entre el satélite y el móvil y los tipos de interfase son optadas por los que operan la estación, dentro de los servicios que presta son el manejo de mensajes rutinarios, servicios de telex, etc.

Los canales de tráfico del satélite pueden ser asignados por las estaciones de control de red. Las estaciones de sistema móvil pueden ser un barco, una torre de perforación, un camión etc.

Los equipos empleados son de peso ligero y que cuentan con una antena parabólica cuyo diámetro es menor a un metro la cual tiene incluido un motor el cual le permite rastrear el satélite, independientemente de la posición del barco. Cada equipo esta determinado por dos números los cuales son designados por el sistema INMARSAT este canal es similar al utilizado por los sistemas telefónicos .

Dentro de los servicios que presenta el sistema INMARSAT C, podemos mencionar , la transferencia de mensajes, llamadas de alerta, reporte de datos, además permite proveer información del sistema mundial de socorro y seguridad marítima GMOSS, de la que se incluye :

- \* Información meteorológica para la navegación
- \* Servicios referentes al mar patrimonial.
- \* Proveer información sobre suscripción de servicios como compañías de barcos y de gobierno ( flotas armadas o de compañías ).

Estaciones fijas y móviles en la región del océano.

Las estaciones terrenas transmiten en la banda C ( INMARSAT ) banda Ku ( Solidaridad ) y los sistemas marítimos reciben en banda L. Empleando un sistema de acceso por división de tiempo ( TDMA ) que es empleado para la transmisión de información y mensajes a los barcos.

Los sistemas marítimos cuentan con varios sistemas de señalización los cuales son asignados por los centros de control de red, los cuales operan mediante los sistemas de ALOHA ranurado, el cual es un protocolo por medio del cual los usuarios pueden acceder através del satélite y cuenta con las siguientes características:

- \* El transponder se comparte por un número N de usuarios.
- \* En caso de coalición, las estaciones involucradas retransmitirán su mensaje en un tiempo aleatorio.

Son usados por los móviles los cuales emiten señales de información, reporte de datos, informes de navegación etc.

Cuando una estación terrena verifica a través de su sistema el número de asignación del móvil en el océano, y una vez verificada recibe el mensaje. Esto mismo sucede cuando los barcos, o plataforma marina transmite su señal es primero verificada para determinar de que móvil proviene y determinar se destino final.

Como ya se menciona cada estación terrena tiene un número de canales asignados por los centros de control de red, la cual es empleada por los móviles para transferir sus mensajes a las estaciones y este número es asignado por canales de tiempo, de acuerdo a los móviles en demanda. El sistema móvil en el océano transmite a través de su sistema de transmisión en banda L y a una frecuencia de 1.6 - 1.5 Ghz y las estaciones terrenas la reciben en banda C ( INMARSAT ) banda Ku ( Solidaridad ).

## 5. CONCLUSIÓN.

El satélite a dado a los medios de comunicación un importante desarrollo debido a sus ventajas queda al ser empleado.

Para los servicios de comunicación móvil el satélite atravez de la banda L a dado un enorme impulso ya que por este medio se esta logrando establecer la comunicación, con cualquier móvil ya sea terrestre, marítimo o aéreo, permitiendo la transferencia de voz y datos aun en los sitios mas remotos de la tierra.

Para México el servicio de comunicación móvil es toda una realidad, siendo el primer pionero en utilizar este servicio en Latinoamérica, el cual cubrirá todo el territorio mexicano, sur de los EE.UU , su mar patrimonial y parte del Caribe.

Pero debido a las enormes ventajas en el sistema de banda L tiene, México esta considerando dar le otra aplicación a este servicio y es el de la telefonía rural cuya característica principal será dar un servicio igual al de la red publica, pero con una infraestructura de menor costo.

Finalmente los sistemas de comunicación móvil están cobrando gran importancia tanto que se están desarrollando nuevos sistemas de comunicación satelital denominados satélites de órbita baja, estos sistemas tendrán mayor cobertura llegando a zonas donde con los satélites geo-estacionarios era imposible establecer una comunicación.

## 6. GLOSARIO.

---

Transponder - Sistema electrónico de un satélite que recibe una señal proveniente de una estación terrena, y que le cambia su frecuencia, la amplifica y la retransmite a la tierra.

Tubo de onda progresiva - Amplificador electrónico especial para alta frecuencia en que ondas de muy alta frecuencia recorren un tubo, y al hacerlo se amplifican.

Polarización - La manera en que está dispuesto el campo eléctrico de una onda de radio.

Polarización horizontal - Onda de radio en la que el campo eléctrico es horizontal al campo magnético.

Polarización vertical - Onda de radio en la que el campo eléctrico es vertical al campo magnético.

L.N.B. - Convertidor de bloque de bajo ruido, es un dispositivo electrónico encargado de bajar la frecuencia que es captada por la antena receptora.

Potencia isotrópica radiada - Potencia eficaz radiada, es la base de una técnica mediante la cual es determinada la intensidad de una señal transmitida, esto es que a partir de un punto radia la señal por igual en todas direcciones.

Estación terrestre - Instalaciones terrestres desde donde de transmiten y reciben señales para trabajar con el satélite.

Canal - Camino por el cual se transmiten información ( datos, voz ).

Multiplexaje - Transmisión de distintas señales a través de un mismo canal ( FDMA, TDMA ).

Efecto Doppler - Se refiere al cambio aparente en la frecuencia de un sonido cuando hay un movimiento relativo de la fuente y el oyente.

Modulación - Proceso mediante el cual los símbolos digitales son transformados en formas compatibles con el canal de comunicación.

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

## 7. BIBLIOGRAFÍA.

---

- Sistemas de comunicación móvil.  
Domingo Lara Rodríguez.  
David Muñoz Rodríguez.  
Editorial Alfa omega.
- Curso telecomunicaciones vía satélite.  
Dr. Rodolfo Neri Vela.  
Ing. Arturo Landeros Ayala.  
Facultad de ingeniería de la U.N.A.M.  
División de educación continua.
- Sistemas de satélite Solidaridad.  
Escuela Nacional De Telecomunicaciones.  
ENTEL.
- Introducción a los sistemas de la comunicación.  
Addison Wesley.  
Editorial. Iberoamericana.
- Telecomunicaciones móviles.  
Eugenio Rey.  
Editorial Alfa Omega Serie Mundo Electrónico.
- Mobile Radio Technology.  
Gordon White.  
Editorial. Butterworth Heinemann.