

5



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

"COMUNICACIONES.  
ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE LOS  
SATELITES MEXICANOS"

**TRABAJO DE SEMINARIO**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

P R E S E N T A :

**JUAN PABLO ALVAREZ TRUJANO**

L 287127

ASESOR: ING. RODOLFO LOPEZ GONZALEZ



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

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



DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
 DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
 PRESENTE

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

Con base en el art 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario.  
 Comunicaciones. Estructura y funcionamiento de  
 los satélites mexicanos.

que presenta el pasante Juan Pablo Alvarez Trujano  
 con número de cuenta: 9117667-3 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 ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 14 de septiembre de 2000

MODULO	PROFESOR	FIRMA
I	Ing. Jorge Ramírez Rodríguez	
II	Ing. Vicente Magaña González	
III	Ing. Rodolfo López González	

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A MI PAPÁ:**

Le agradezco su esfuerzo, apoyo y confianza que tuvo siempre conmigo y al igual que mi Mamá eras una de las motivaciones mas grandes en mi vida, y siempre te recordare.

### **A MI MAMÁ:**

Le doy las gracias por su esfuerzo, cariño y confianza, para que yo saliera adelante. Eres mi motivación.

### **A mi hermana Rosalba:**

Le agradezco su ayuda, para poder realizar una de mis metas mas Importantes en mí vida, espero que sigas triunfando como hasta ahora.

### **A mis hermanos:**

Armando, Guadalupe, Miriam, Gerardo y Laura, a quienes les deseo lo mejor en su vida, que logren todas sus metas.

## INDICE.

### INTRODUCCIÓN.

<b>CAPITULO 1. SATELITES DE COMUNICACIONES.....</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Que es un satélite.....	2
1.3. Definición de satélite de comunicaciones.....	2
1.4. Porque utilizar satélites.....	3
1.5. Ventajas de la comunicación por satélite.....	4
<b>CAPITULO 2. LA ORBITA GEOESTACIONARIA.....</b>	<b>5</b>
2.1. Parámetros geoestacionarios.....	5
2.2. Características de la órbita geoestacionaria.....	8
2.3. Principales aplicaciones. ...	9
2.4. Ventajas de los satélites geoestacionarios.....	9
2.5. Desventajas de los satélites geoestacionarios.....	10
2.6. Puesta en órbita geoestacionaria.....	10
2.6.1. Como llegar a la órbita gcoestacionaria.....	10

## CAPITULO 3. CLASIFICACION DE LOS SATELITES

<b>DE COMUNICACIONES.</b> .....	<b>13</b>
3.1. Clasificación de los satélites de acuerdo a su modo de operación. ....	13
3.1.1. Satélites tontos .....	13
3.1.2. Satélites inteligentes.....	14
3.2. Tipos de satélites de comunicación.....	15
3.2.1. Locales. ....	15
3.2.2. Regionales.....	15
3.2.3. Internacionales.....	15
3.2.3.1. Sistema INTELSAT.....	16
3.2.3.2. Sistema INMARSAT .....	18
3.3. Clasificación de satélites en cuanto al tipo de órbita donde se encuentran.....	19
3.4. Servicios que prestan los satélites .....	20

<b>CAPITULO 4. SATELITES DE COMUNICACIONES EN MEXICO.</b>	<b>22</b>
4.1. Satélite Morelos I.	22
4.1.1. Antecedentes.	23
4.1.2. Características generales.	24
4.2. Satélite Morelos II.	24
4.2.1. Antecedentes.	24
4.2.2. Características generales.	25
4.2.3. Características de transmisión del satélite Morelos II (Banda C).	27
4.2.4. Características de transmisión del satélite Morelos II (Banda Ku).	30
4.3. Satélite Morelos III (SATMEX V).	30
4.3.1. Características de transmisión del Satmex V	31
4.4. Satélites Solidaridad I y II.	31
4.4.1. Antecedentes.	31
4.4.2. Características generales.	32
4.4.3. Cobertura de los satélites Solidaridad	35
4.4.4. Falla el Solidaridad I.	39

4.4.5. Importancia de los sistemas de satélites en México .....	40
<b>GLOSARIO</b> .....	42
<b>CONCLUSIONES</b> .....	44
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	45

## INTRODUCCION.

La comunicación a distancia requiere para llevarse a cabo de un medio de enlace. Los medios de enlace empleados actualmente, los podemos clasificar en dos grandes grupos.

- Físicos. Entre los físicos tenemos los conductores eléctricos, en sus diferentes configuraciones, cables multipares, cables coaxiales y los cables de fibra óptica.
- Radioeléctricos. Entre estos tenemos los enlaces de radio, los radio repetidores en las diferentes bandas de frecuencia, entre los que destacan los de microondas y la comunicación vía satélite.

La comunicación vía satélite es un medio de comunicación radioeléctrico que utiliza las ondas de radio como portadores de información; es un medio de gran capacidad pues por el se pueden realizar cientos de conversaciones telefónicas simultáneas o varios programas de televisión; Así como de otro tipo de información.

La comunicación vía satélite ha revolucionado notablemente la vida, puesto que gracias a ello se puede disfrutar de eventos y escenas al tiempo en que se desarrollan en otros continentes, eventos culturales, sociales, políticos, deportivos, religiosos y otros aspectos de relevancia mundial.

La comunicación Vía satélite tiene sus orígenes a partir de 1945, solo unos meses después de la segunda guerra mundial, cuando apareció un artículo escrito por Arthur C. Clarke. En el proyecto exponía un proyecto virtual para una nueva era en la difusión de la radio, televisión y telecomunicaciones en general.

En su artículo Clarke escribió:

Un satélite artificial a la distancia correcta de la tierra viajando de oeste a este daría una vuelta cada 24 horas, es decir, permanecía fijo sobre el mismo lugar y estaría dentro del enlace óptico de casi la mitad de la superficie terrestre. Tres estaciones repetidoras una distancia de  $120^\circ$  en la órbita correcta, podría proporcionar una cobertura televisiva y de microondas a todo el planeta; Lo que esto significaba exactamente era que la señal de radio o televisión, podría enviarse al otro lado del mundo imlemente mediante un satélite relé de tres transmisiones ascendentes y tres transmisiones descendentes en una secuencia alternativa.

De acuerdo a lo anterior se puede entender que la idea de Clarke se anticipaba mucho a cualquier tecnología de aquella época.

De las numerosas utilizaciones que los satélites tienen en sus actividades científicas, militares, meteorológicas y de prospección de recursos terrestres, su aplicación a las telecomunicaciones ha alcanzando una importancia extraordinaria las posibilidades de estos ingenios se aprovechan intensamente, facilitando el funcionamiento y el progreso de la sociedad actual. Los satélites operan órbitas bajas, medias, altas, geosíncronas y geoestacionarias, siendo los satélites geoestacionarios los más utilizados.

La utilización de los satélites supone un avance concluyente hacia unos sistemas de telecomunicación que superen definitivamente las condiciones impuestos por las distancias.

México se inicio en las comunicaciones espaciales en 1968 con la puesta en marcha de la estación terrena de Tulancingo Hidalgo. En 1981 se incorporó a la organización INTELSAT al colocar un satélite ex profeso en la posición  $53^\circ W$ , se trataba del satélite INTELSAT IV, el cual transmitía cuatro canales de televisión hacia las comunidades rurales en todo el país.

Poco después (dos años) más de 160 estaciones terrenas fueron instaladas en varios lugares y la mayoría fueron ligadas a transmisiones de televisión de baja potencia, con lo que la programación ya no era exclusiva del Distrito Federal.

**TELECOMM** (Telecomunicaciones de México) es una organización creada en 1989 con recursos de gobierno de México, e infraestructura derivada de las dependencias gubernamentales que prestaban servicios de telecomunicaciones de manera tradicional. TELECOMM, de acuerdo con la legislación mexicana, es un gobierno descentralizado.

México considera estratégicas las comunicaciones por satélite y su constitución política señala que solo el gobierno federal puede establecer cierto tipo de servicios, que actualmente están a cargo de TELECOMM en forma exclusiva.

Además de prestar servicios de conducción de señales y redes públicas por satélite, TELECOMM presta en forma exclusiva en todo el país los servicios de Telex, Fax Público, Telegramas y giros telegráficos. Opera también una red de datos por paquete y diversos servicios de valor agregado.

Como parte de la infraestructura con que cuenta TELECOMM para brindar sus servicios, incluía el sistema de satélites Morelos (constituido por los satélites Morelos I y Morelos II), así como el sistema nacional de satélites Solidaridad (constituido por los satélites Solidaridad I y Solidaridad II), además del centro de control.

## CAPITULO 1. SATELITES DE COMUNICACIONES.

### 1.1. Antecedentes.

En octubre de 1945, Arthur C. Clarke, expresó la posibilidad de enlazar los canales telefónicos, así como transmitir programas, desde Satélites artificiales. Clarke describió las propiedades especiales de una órbita ecuatorial y circular a una distancia de aproximadamente 42,000 Km, desde el centro de la Tierra, mencionando lo siguiente: Se observara que una órbita con un radio de 42,000 Km, tiene un periodo de 24Hrs, exactamente. Tal como lo muestra la figura 1.1.

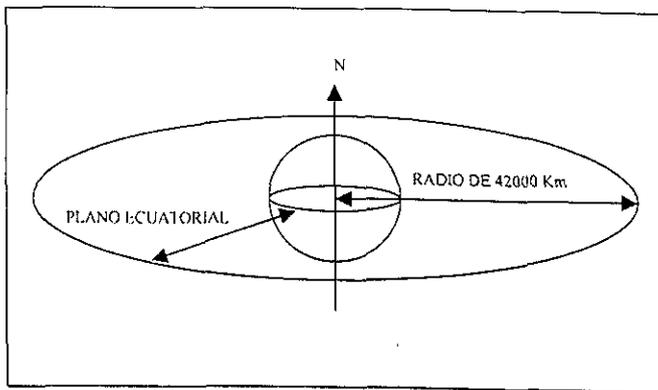


FIGURA 1.1. ORBITA GEOESTACIONARIA

Un cuerpo ubicado en dicha órbita y si su plano coincide con el plano ecuatorial, girara junto con la Tierra y aparecerá como si estuviera estacionario sobre el mismo punto del planeta.

Clarke sugería que un solo transmisor de televisión localizado en un satélite geoestacionario serviría a una nación completa tomando el lugar de las emisoras terrestres de VHF o UHF. Así mismo pensaba que para que un servicio (telefónico) cubriera todo el mundo se necesitarían tres estaciones aunque podrían utilizarse un número mayor, expresando lo siguiente.

Con solo tres satélites pueden ofrecerse facilidades para enlaces punto a punto de una red global telefónica. Tal como lo muestra la figura 1.2.

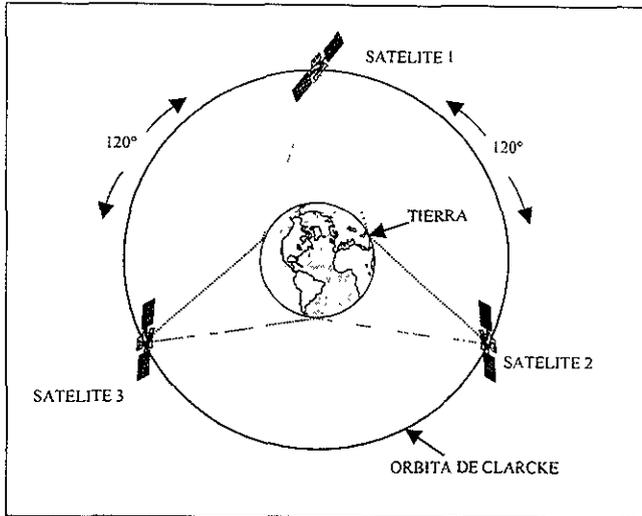


FIGURA 1.2 COBERTURA DE LA TIERRA MEDIANTE TRES SATELITES

Por otra parte, un sistema satelital consiste de un transponder, una estación terrena que provee facilidades para la transmisión y recepción del tráfico de comunicaciones a través del sistema satelital.

Así pues, un satélite de comunicación es un radio repetidor en el cielo (Transponder).

### 1.2. Qué es un satélite.

Desde el punto de vista de la astronomía se define como satélite a un cuerpo opaco, que acompaña a otro en su marcha en el espacio, desde luego aquí se aclara que el satélite es un cuerpo secundario que órbita alrededor de otro mayor llamado principal. Así por ejemplo la Luna es el satélite de la Tierra

Hay dos clases de satélites:

- a) **Naturales.**
- b) **Artificiales.**- Son los creados por el hombre.

### 1.3. Definición de satélite de comunicaciones.

Utilizando la definición más sencilla, un satélite es simplemente una estación repetidora que tiene un circuito de transmisión ascendente, desde la estación terrestre hacia el satélite y un circuito de transmisión descendente desde el satélite hasta la lejana estación terrestre o hasta la pequeña estación terrestre del cliente.

Aunque en teoría es posible que un satélite pueda abarcar un 42% de la superficie de la Tierra, en la práctica es habitual utilizar satélites en tándem para efectuar un circuito de larga distancia.

Por su finalidad de usos los satélites artificiales pueden ser:

- Astronómicos.
- De comunicaciones.
- De prospección a distancia.
- Meteorológicos.
- Militares.
- Para laboratorios espaciales, etc.

**1.4. Porqué utilizar satélites.**

- Relativamente costo bajo comparado con alternativas terrestres.
- Alta flexibilidad de fuente / accesibilidad de destino.
- Implementación instantánea.
- Ideal para punto / multipunto (para enlaces multipunto).
- Recurso seguro.

**1.5. Ventajas de las comunicaciones por satélite.**

- Amplia área de cobertura.
- Amplio ancho de banda.
- Independiente de la infraestructura terrestre.
- Instalación rápida.
- Bajo costo por adicción de sitios.
- Características uniformes de servicio.
- Proveedor único.

## CAPITULO 2. LA ORBITA GEOESTACIONARIA.

La órbita en el plano ecuatorial es llamada órbita geoestacionaria.

Un satélite en la órbita geoestacionaria no aparenta tener movimiento cuando se observa desde la tierra pero su velocidad en el espacio es de unos 3000 m/s.

Pueden existir valores un poco diferentes del radio de la órbita geoestacionaria de acuerdo con diferentes autores, esto es resultado de errores de redondeo y de algunas inconsistencias menores en los valores que se toman para  $g$  y para  $R_e$ .

La órbita en un satélite geoestacionario, al igual que otras órbitas, es inestable. Existen perturbaciones orbitales que tienden en todo momento a modificar su periodo, inclinación y forma de acuerdo con el conjunto de parámetros geoestacionarios.

Estas perturbaciones deben ser contraatacadas mediante constantes reajustes de los parámetros de la órbita. No existe en la actualidad un satélite perfectamente geoestacionario los puristas prefieren aplicar el término geosíncrono a un satélite que cumple solo aproximadamente con los parámetros orbitales geoestacionarios.

### 2.1. Parámetros geoestacionarios.

La fuerza requerida para mantener a un satélite en una órbita circular esta dada por la siguiente relación:

$$m\omega^2 r$$

Donde:

$m$  = masa del satélite en Kg.

$\omega$  = velocidad angular del satélite en rad/s.

$r$  =radio de la órbita en metros.

La fuerza está dada en Newtons.

La fuerza gravitacional actuando sobre un satélite de masa  $m$  a una distancia  $r$  del centro de la Tierra es:

$$mgR^2e / r^2$$

Donde :

$g$  = Aceleración debida a la gravedad en la superficie de la Tierra(9.807 m/s).

$Re$  = radio de la Tierra (6378 Km. en el ecuador)

Así que, para un satélite en una órbita estable circular alrededor de la Tierra:

$$mgR^2 e/r; m\omega r$$

O bien:

$$r^3 = gR^2 e / \omega^2$$

Para el período de la órbita  $T$  el tiempo necesario para completar una revolución completa de:  $2\pi rad$

Es:

$$T = 2\pi / \omega$$

Por lo que, de las dos ecuaciones anteriores se obtiene:

$$r^3 = gR^2 e T^2 / 4\pi^2$$

Ahora, para el caso de una órbita síncrona,  $T$  es igual al periodo de una rotación completa de la Tierra en relación a las estrellas de referencia (día sideral). Que es de 23 horas, 56 minutos y 4 segundos.

Si se sustituyen los valores de  $g$ ,  $R$ ,  $T$  y  $\pi$  se obtiene:  $R = 42176$  Km.

Esta es la distancia de un satélite síncrono desde el centro de la Tierra; su altura sobre la superficie de la Tierra es por lo tanto 35,798 Km. O aproximadamente 36000 Km. La órbita en el plano ecuatorial es llamada órbita geoestacionaria. Un satélite en órbita geoestacionaria no aparenta tener movimiento cuando se observa desde la tierra pero su velocidad en el espacio es de unos 3000 m/s.

Pueden existir valores un poco diferentes del radio de la órbita geoestacionaria de acuerdo con diferentes autores, esto es resultado de errores de redondeo y de algunas inconsistencias menores en los valores que se toman para  $g$  y para  $R_e$ .

La órbita de un satélite geoestacionario, al igual que otras órbitas, es inestable. Existen diferentes perturbaciones orbitales que tienden en todo momento a modificar su periodo, inclinación y forma de acuerdo con el conjunto de parámetros geoestacionarios.

Estas perturbaciones deben ser contraatacadas mediante constantes reajustes de los parámetros de la órbita. No existe en la actualidad un satélite perfectamente geoestacionario por mucho tiempo y los puristas prefieren aplicar el termino geosíncrono a un satélite que cumple aproximadamente con los parámetros orbitales geoestacionarios.

## 2.2. Características de la órbita geoestacionaria.

- Geometría circular.
- Angulo de inclinación de  $0^\circ$  con relación al plano del Ecuador.
- Periodo: 24 Hrs.
- Altura sobre el nivel del mar 36,000 Km. Ver figura 2.1.

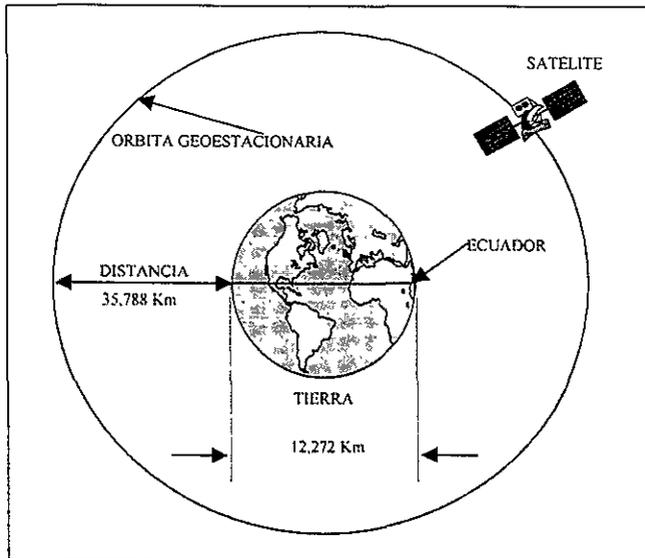


FIGURA 2.1. DISTANCIA DE LA TIERRA A LA ORBITA GEOESTACIONARIA.

## 2.3. Principales aplicaciones.

- Satélites de Navegación (Sistema GPS operando actualmente).
- Satélites de Comunicaciones móviles mundiales.

#### 2.4. Ventajas de los satélites geoestacionarios.

Un satélite puede proporcionar enlaces continuos entre estaciones terrenas. Esta característica se ve limitada en el caso de satélites con otro tipo de órbitas.

- a) La ganancia así como el patrón de radiación de las antenas de un satélite pueden optimizarse por que el área cubierta por la señal, llamada **huella**, puede ajustarse adecuadamente al área de servicio, lo que proporciona grandes beneficios.
- b) El área geográfica visible desde el satélite y por lo tanto potencialmente accesible para la comunicación es muy grande. El diámetro del área de un satélite geoestacionario cuyo ángulo de elevación es mayor de  $5^\circ$  es de aproximadamente 16,960 Km.
- c) Si la órbita es exactamente geoestacionaria y la antena de la estación terrena, es de ganancia considerable, puede utilizarse esta sin necesidad de equipo rastreador de satélite, con lo cual se reduce el costo del equipo y se minimiza la operación requerida.
- d) La asignación de frecuencias que se utilizan en las diferentes redes de satélites geoestacionarios puede coordinarse de manera eficiente, las huellas de los satélites pueden coincidir de acuerdo a sus áreas de servicio.

Como las antenas de las estaciones terrenas generalmente tienen alta ganancia, esto permite que un gran número de satélites compartan esta órbita cada uno en su longitud asignada, utilizando la misma banda de frecuencias, sin que exista interferencia mutua que llegue a ser inaceptable.

## 2.5. Desventajas de los satélites geoestacionarios.

- a) Un enlace satelital de una estación terrena a otra estación terrena vía satélite geoestacionario es muy grande, en el peor de los casos, la longitud del enlace de subida puede ser de aproximadamente 41,000 Km y de forma similar para el enlace de bajada, Consecuentemente, tanto para el tiempo de transmisión como las pérdidas de transmisión en el espacio son grandes.
- b) El ángulo de elevación de un satélite visto desde estaciones terrenas en grandes latitudes son realmente bajo, llevando en ocasiones, a la degradación de radio propagación y posible obstrucción de colinas, edificios etc. Más allá de los círculos Ártico y Antártico, la cobertura de un satélite geoestacionario es poco satisfactoria. Mas allá de la Altitud, norte y sur, el uso de satélites geoestacionarios es escasamente factible.

## 2.6. Puesta en órbita geoestacionaria.

### 2.6.1. Como llegar a la órbita geoestacionaria.

Todos los sistemas satelitales hacen uso de los principios anteriores y de muchos otros, como por ejemplo las leyes de Kepler, que explican el movimiento de los planetas alrededor del sol, pues los satélites se pueden interpretar en sentido figurado como si fuesen planetas y la tierra como un Sol, aunque todo a una escala mucho menor.

En teoría, el numero de tipos de órbita en los que el satélite se puede colocar alrededor de la Tierra es infinito, pero como ya se indicó anteriormente, la más codiciada y utilizada de las órbitas posibles es la geoestacionaria. Para llevar a un satélite a esa órbita tan especial, existen tres procedimientos distintos: Inyección directa en órbita geoestacionaria, inyección inicial en órbita elíptica y la inyección en órbita circular baja.

- Inyección directa en órbita geoestacionaria.

En este caso, el satélite es transportado por un cohete de varias etapas hasta la órbita geoestacionaria, sin que necesite realizar esfuerzos propios, por lo que si es necesario en los otros dos procedimientos. La inyección directa en órbita geoestacionaria es muy costosa y solo se puede utilizar para lanzar satélites militares, como el satélite no realiza esfuerzos propios, es decir no lleva motores acoplados directamente a él, para pasar de una órbita a otra, la probabilidad de que llegue a su destino en buenas condiciones aumenta. El cohete Titán IIIC de lanzador que puede emplearse con este fin.

- Inyección inicial en órbita elíptica.

En este procedimiento las etapas del sistema lanzador colocan al satélite en una órbita elíptica de gran excentricidad, es decir muy alargada, en la que el centro de la Tierra es uno de los focos. Una vez ahí, el satélite se separa del cohete y da una o varias vueltas en esa órbita, llamada de transferencia geosíncrona, hasta que se lleva a cabo la siguiente etapa del proceso, ya con esfuerzos propios de él mismo.

El perigeo de la órbita de transferencia geosíncrona está normalmente a una altura aproximada de 300Km., sobre el nivel del mar y su apogeo cerca de los 35788Km, que es la altura final en la que el satélite debe quedar para funcionar. El paso siguiente es circularizar la órbita y para ello se utiliza un motor que se enciende precisamente en el punto del apogeo de la última vuelta elíptica que se haya programado, obviamente, el encendido se efectúa después de haber sido orientado al satélite a control remoto en forma adecuada, para que el empuje del motor de apogeo resulte en la dirección correcta.

Al encenderse este, el satélite recibe un incremento sustancial de velocidad y su órbita cambia, pasando de la elíptica de transferencia geosíncrona a la circular geoestacionaria.

Los lanzadores Ariane de la Agencia Espacial Europea, comercializados por Arianespace, así como los cohetes delta y Atlas-Centauro de E. U. A., entre otros operan bajo los principios de esta segunda técnica. Ver figura 2.2.

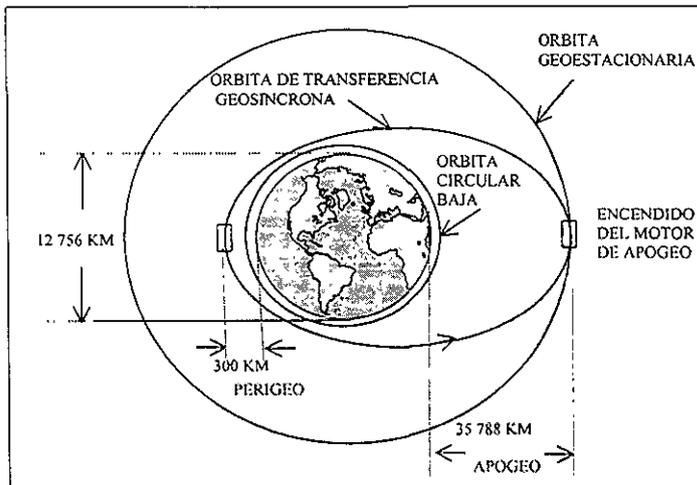


FIGURA 2.2. PUESTA EN ÓRBITA GEOESTACIONARIA DE UN SATELITE.

## CAPITULO 3. CLASIFICACION DE LOS SATELITES DE COMUNICACIONES.

### 3.1. Clasificación de los satélites de comunicaciones de acuerdo a su tipo de operación.

#### 3.1.1. Satélites tontos

Los satélites tontos, son totalmente transparentes, es decir su señal puede ser captada fácilmente.

Un satélite tonto en forma simplificada trabaja de la siguiente manera:

- De las microondas recibe señales por su antena receptora.
- Amplifica las señales.
- Cambia la frecuencia de  $F_s$  a  $F_b$ .

Donde:  $F_s$  = frecuencia de subida y  $F_b$  = Frecuencia de bajada.

- Finalmente amplifica y retransmite las señales de microondas hacia la tierra

El funcionamiento de un satélite tonto es similar a un espejo o simple repetidor en el espacio. Ver figura 3.1.

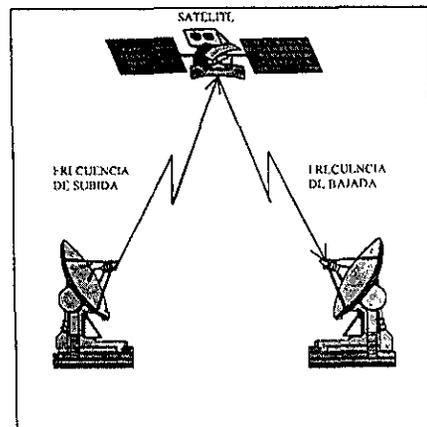


FIGURA 3.1. SATELITE TONTO

### 3.1.2. Satélites inteligentes.

Un satélite inteligente ofrece la posibilidad de procesar las señales en el espacio antes de retransmitirlas a la Tierra.

Características:

- Son usados para los servicios que fueron diseñados.
- Los satélites inteligentes no aceptan señales nuevas no previstas.
- Es un satélite digital.

En forma general el funcionamiento de un satélite inteligente es el siguiente:

- 1) Recibe las señales de microondas por su antena de recepción.
- 2) Amplifica estas señales.
- 3) Demodula las señales.
- 4) Conmuta en banda base, de ser necesario.
- 5) Cambia la frecuencia de subida a frecuencia de bajada. Ver figura 3.2.

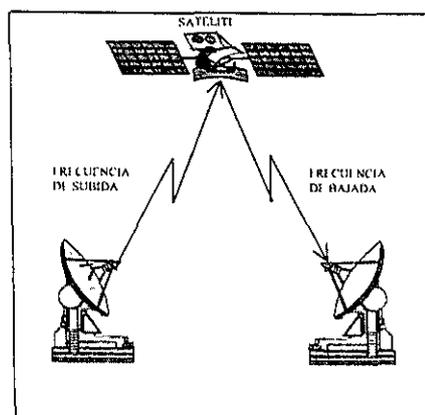


FIGURA 3.2 SATELITE INTELIGENTE

### **3.2. Tipos de Satélites de Comunicación de acuerdo a su área de cobertura.**

Existen diferentes tipos de satélites, que brindan diferentes servicios, de acuerdo a su área de cobertura tales como:

- a) Satélites locales.
- b) Satélites regionales.
- c) Satélites internacionales.

#### **3.2.1. Satélites locales.**

Son aquellos satélites que únicamente irradian su zona de influencia. Como el satélite **Morelos 2** en México. A los satélites locales, también se les llama satélites domésticos.

#### **3.2.2. Satélites regionales.**

Estos satélites cuya cobertura es mayor respecto a los locales, cubren varios paises como el **Solidaridad II** de México, los satélites **Brazilsat**, **hispasat**, etc.

#### **3.2.3. Satélites Internacionales.**

Este tipo de satélites tiene una amplia cobertura, que puede ser continental o hemisférica. Estos satélites no solo manejan comunicaciones en América, sino que su P. I. R. E. o huellas permiten abarcar algunos sitios de Europa y Asia. Entre ellos los satélites:

Intelsat.

Inmsart

Panam-Sat.

Eutelsat, etc.

### 3.2.3.1. Sistema de satélites INTELSAT.

El 20 de agosto de 1964 INTELSAT (International Telecommunications satellite organization) se creó como una organización formada por 11 países, después se reconstruyó y en un acuerdo el 12 de febrero de 1973, la organización llega a tener 83 países. Ya en 1984 INTELSAT contaba con 109 países, proporcionando servicio a 600 estaciones terrenas. Cada país tiene una participación mínima de 0.005%.

INTELSAT es considerado el mayor proveedor de los servicios de comunicaciones por satélite en el mundo. Su sistema internacional de comunicaciones brinda los servicios de telefonía, televisión y servicios de distribución de datos a millones de personas en todos los continentes. INTELSAT fue la primera organización y todavía es la que brinda una extensa cobertura global de satélites y conectividad para un amplio abanico de telecomunicaciones.

INTELSAT tiene y opera un sistema satelital mundial formado por 24 satélites que proporcionan diversos servicios a usuarios de más de 200 países. Estos servicios son:

- Servicio publico de telefonía conmutada.
- Línea privada (red de servicios para negocios).
- Servicios de retransmisión (audio y video).
- Servicios regionales y nacionales.

INTELSAT tiene más satélites operativos que cualquier organización comercial, una flota de más de 20 satélites de alta potencia, técnicamente avanzados.

Ha tenido cuatro generaciones de avances técnicos y progreso, siendo las series INTELSAT V-VA, IntelsatV1, Intelsat VII-VIIA e IntelsatVII. Además cuenta con un servicio en la banda Ku, llamado el Intelsat K.

Los satélites INTELSAT llevan más de la mitad de todas las llamadas internacionales, casi todas las retransmisiones transoceánicas de televisión y los servicios nacionales acerca de 30 países.

Los logros más importantes de Intelsat han sido:

- 1965 Lanzamiento del primer satélite de comunicaciones, INTELSAT (Pájaro madrugador)(Early Bird), con cobertura en la región del océano Atlántico.
- 1966 Completa el primer sistema global de comunicaciones por satélite, proporcionando cobertura total con el despliegue de un satélite con servicio en la región del océano indico.
- 1969 Proporciona la retransmisión en directo para 500 millones de personas de alunizaje del Apolo 11, el mayor acontecimiento histórico de la televisión hasta la fecha.
- 1978 De la cobertura mundial de fútbol de Argentina, estableciendo un récord de audiencia simultanea, estimada de un billón de personas en 42 países.
- 1986 Por primera vez se utilizan unidades portátiles terrestres para retransmisión de noticias vía satélite, abriendo una era en las telecomunicaciones desde cualquier lugar del mundo.
- 1992 Proporciona cobertura global de los juegos Olímpicos de 1992 en Barcelona España. Con audiencia estimada de tres billones de personas, vía 9 satélites para un récord de 23 canales establecidos exclusivamente para ese evento.

### 3.2.3.2. Sistema de Satélites INMARSAT.

INMARSAT (International Maritime satellite organization) es una organización internacional creada en 1979 que opera un sistema mundial de comunicaciones móviles por satélite y funciona en modo de cooperativa. Inicialmente se fundo para mejorar las comunicaciones marítimas con objeto de incrementar la seguridad en el mar.

Actualmente brinda el servicio de comunicaciones globales por satélites para aplicaciones comerciales, de urgencia y de seguridad tanto para móviles terrestres como para la comunidad aeronáutica marítima. Fueron 26 países fundadores, ahora son 81, incluyendo a México.

La evolución de INMARSAT se ha efectuado a través de tres generaciones de satélites.

#### Generación INMARSAT-1:

En 1982, los satélites INMARSAT extendían su cobertura a las vías aeronáuticas transoceánicas y ya ofrecían servicios tanto para barcos como para aviones.

#### Generación INMARSAT-2:

En 1992 la segunda generación incluye nuevos servicios y más concretamente una banda especial para las comunicaciones aeronáuticas. Tenía una capacidad equivalente a 250 veces la de INMARSAT-1 en número de circuitos de voz.

#### Generación INMARSAT-3:

El primero de los 5 satélites INMARSAT fue lanzado en abril de 1996 terminando su lanzamiento en 1997.

La red INMARSAT:

Esta configurada por un conjunto de subredes cada una de las cuales corresponde a un estándar (INMARSAT A. B. C.). La subred esta formada por cuatro regiones oceánicas.

### **3.3. La clasificación de satélites en cuanto a tipos de órbita.**

- 1) Satélites con una trayectoria relativamente indefinida lanzados en órbitas bajas o medias realizando varias revoluciones por día alrededor de la Tierra. Las impresiones en la puesta en órbita, así como la deriva no son corregidos requiriéndose varios satélites para establecer enlaces de comunicaciones. El numero de satélites se determina en términos de la probabilidad de que al menos un enlace de comunicaciones se encuentre disponible para un porcentaje de tiempo determinados.
- 2) Satélites con órbita predeterminada, equipados con un sistema de corrección de trayectoria que permite el posicionamiento del satélite en una órbita determinada y posibilita el hacer correcciones de posición para mantenerlo en su posición asignada.
- 3) Satélites geosíncronos lanzados en una órbita circular y teniendo un periodo de rotación igual al de rotación de la Tierra. Entre éste tipo de satélites y aquellos cuya órbita se localiza en el ecuador girando en la misma dirección que la rotación de la Tierra, son llamados geoestacionarios. Desde el punto de un observador en la Tierra un satélite geoestacionario permite la cobertura de una zona de aproximadamente el 40% de la superficie terrestre y dado su aparente inmovilidad en el cielo, hace posible que las antenas de la tierra apunten hacia una dirección fijas solo satélite, dependiendo del tipo de cobertura que tenga, es capaz de enlazar estaciones alejadas hasta de 1700 Km. y lograr una cobertura global de la Tierra exceptuando las regiones polares con tres satélites geoestacionarios.

### 3.4. Servicios que prestan los satélites geoestacionarios.

Los servicios que prestan los satélites geoestacionarios se dividen en dos grupos:

- **Servicio fijo.**

Una red de servicio fijo consiste en uno o varios satélites y las estaciones terrenas que se interrumpen a través de ellos, con la particularidad de que las estaciones siempre permanecen en el mismo punto geográfico donde se hayan instalado inicialmente, es decir son fijas.

Lo anterior no significa que las estaciones no puedan tener cierta flexibilidad en su movimiento, puesto que en ciertas órbitas se necesita reorientarlas para mejorar la calidad de recepción o para cambiar el ambiente del satelital, y a pesar del movimiento de giro que la antena tenga temporalmente, la estación siempre permanece fija en el piso.

Un caso muy particular es el de las unidades llamadas "móviles", que consisten en un plano parabólico el equipo necesario de transmisión y recepción una planta propia de energía eléctrica, montadas en una camioneta o camión; estas unidades móviles son especialmente útiles cuando se desea ofrecer un servicio temporalmente, o cubrir algún acontecimiento de corta duración que se desarrolle en un lugar carente de instalaciones propias de transmisión o recepción .

De cualquier forma, una vez que las unidades móviles son trasladadas a los puntos donde se van a estar transmitiendo y recibiendo, después de que sus platos parabólicos son orientados hacia el satélite correspondiente, permanecen operando en modo fijo, por lo que también quedan incluidas dentro del servicio fijo de comunicaciones vía satélite.

La mayor parte de las estaciones terrenas que existen en el mundo operan en la modalidad de servicio fijo, sin importar si la red de comunicaciones a la que pertenece es nacional o internacional. El servicio fijo abarca la transmisión y recepción de televisión, radio, telefonía y datos.

- **Servicio móvil.**

Muchos usuarios que requieren comunicarse por satélite tienen la característica de que sus equipos no permanecen fijos, sino que se mueven o cambian de lugar constantemente, por ejemplo, en barcos, plataformas marinas, aviones, trenes, camiones de carga y automóviles.

Las redes de comunicaciones que satisfacen esta demanda pertenecen a la rama del servicio móvil vía satélite. En estos casos, las personas a bordo de vehículos pueden comunicarse con otros vehículos o con puntos fijos.

## CAPITULO 4. SATELITES DE COMUNICACIONES EN MEXICO.

En 1968 se inauguró la torre de Telecomunicaciones, la estación terrena Tulancingo I y la Red Federal de Microondas con miras a los juegos Olímpicos de ese año. Ya en 1980 las comunicaciones vía satélite se ampliaron con las estaciones terrenas Tulancingo II y III.

La Secretaria de comunicaciones y transportes(SCT) adquirió dos satélites para telecomunicaciones de la empresa Hughes AircraftCo, de la serie HS-376 (Morelos I y II) y para su lanzamiento se contrataron los servicios del sistema de transportes espacial (NASA) en los estados unidos.

Ambos satélites están diseñados para transmitir en dos bandas de frecuencia, la C, de 4/6GHz, y la Ku, de 12/14GHz.cada satélite consta de 22 transpondedores: 18 en la banda C y cuatro en la banda Ku.

El control operativo de los satélites se realiza desde el territorio nacional a través del Centro de control de Control, Telemetría, Rastreo y Comando, ubicado en el conjunto de telecomunicaciones (CONTEL) en Iztapalapa en la ciudad de México.

En la banda C, cada Satélite tiene 12 transpondedores de 36 MHz. de ancho de banda y seis de 72MHz, en la banda Ku cada uno tiene 4 transpondedores de 108MHz.

El ancho de banda de un transpondedor y la potencia de transmisión del mismo determinan la cantidad de información, con calidad aceptable, que puede enviarse por él. En general, un transpondedor de 36 MHz tiene una capacidad promedio para manejar mil canales de telefonía, uno o dos canales de televisión, o datos a una velocidad de hasta 60 millones de bits por segundo. los transpondedores de 72 y 108 MHz tienen, respectivamente, el doble y triple capacidad de uno de 36 MHz.

Y previendo que los satélites tienen una vida útil, llegaron los satélites Solidaridad I y II. Recientemente se programó la puesta en órbita del satélite Morelos III.

Los satélites Morelos y Solidaridad, y en realidad todos los geoestacionarios o sean aquellos que dan una vuelta alrededor de la Tierra en 24 horas, que es el mismo tiempo en que la Tierra gira sobre su eje, haciendo que el satélite permanezca sobre el mismo lugar de la superficie terrestre, no los podemos ver a simple vista debido a la distancia tan grande a la que orbitan (35,886 Km. de la superficie de la Tierra).

#### **4.1. Satélite Morelos I.**

El sistema Morelos es propiedad de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de la República, y brinda telecomunicaciones avanzadas hasta las partes más remotas de la nación. Los satélites portan transmisiones de televisión educativa, programas comerciales a través de la red nacional de televisión, servicios telefónicos y de telefacsímiles, además de transmisiones de datos y de negocios.

El sistema Morelos permite que la programación de televisión en vivo se origine por lo menos en 12 ciudades principales. Los eventos culturales, educativos y deportivos dentro y en las cercanías de estas ciudades se pueden televisar a toda la nación, presentando así logros de cada región.

##### **4.1.1. Antecedentes.**

El Satélite Morelos I, fue lanzado al espacio por el cohete STS 25, el 17 de junio de 1985 a bordo del trasbordador Espacial Discovery, desde el centro espacial Kennedy, en Florida, E. U. A. fue construido por la empresa Hughes Aircraft Company con un costo de 92 millones de dólares.

#### **4.1.2. Características generales.**

Su modelo es el HS 376. El Morelos I, fue el primer híbrido en operar en dos bandas de frecuencia (C y Ku ). Media 2.85 m de altura, un diámetro de 2.16m y un peso en órbita de 666Kg. Contaba con 18 transpondedores en la banda C y 4 en la banda KU.

Con el Morelos I se inicio la nueva era en las telecomunicaciones en México.

El Sistema Morelos I constaba de dos segmentos fundamentales:

- Espacial.
- Terrestre.

Se define como segmento espacial, al conjunto de estaciones ubicadas en el espacio o satélites de comunicaciones, el segmento terrestre lo constituye el conjunto de estaciones de comunicaciones que se enlazan entre sí por medio del segmento espacial y que están ubicadas en la superficie del territorio mexicano.

El satélite Morelos I fue retirado de su órbita en el mes de marzo de 1994.

#### **4.2. Satélite MORELOS II.**

##### **4.2.1. Antecedentes.**

El cohete STS 31 lo lanzó al espacio el 27 de noviembre de 1985. Del mismo modelo del satélite Morelos I, se contemplo como reserva del Morelos II. También contempla .la misma cobertura que el Morelos I.

La posición orbital geoestacionaria del Morelos II es de 116.5W. El Morelos II estuvo en una órbita de estacionamiento desde su lanzamiento hasta 1989, cuando entro en operación en la órbita geoestacionaria.

El satélite Morelos II tiene una cobertura en las bandas C y KU con un enlace en toda la república, Centro América y sur de E. U. A..

#### **4.2.2. Características generales.**

El satélite Morelos II, su modelo es el HS 376 al igual que el Morelos I, de tipo cilíndrico.

El Morelos II mide 2.16m de diámetro y 6.60m de altura; tiene una masa inicial en órbita de 666Kg, de los cuales 145 son de Hidrazina (combustible), con una vida útil de 9 años aproximadamente.

La fuente primaria de alimentación de energía eléctrica requerida para su operación consta de un dispositivo de celdas solares, montadas sobre el cuerpo cilíndrico del satélite, que genera 940 Watts de corriente directa.

Además se cuenta con baterías de almacenamiento abordo, capaces de generar 830 Watts, para casos de eclipses o de escasa iluminación en celdas solares.

El sistema de los Satélites Morelos incluye, el equipo e instalación de una estación de rastreo, telemetría y comando.

El satélite esta formado por diversos subsistemas, tales como el de comunicaciones, telemetría, rastreo y comando, control de orientación, propulsión, de energía eléctrica y térmica. En la siguientes figuras 4.1. y 4.2. se ilustran sus componentes.

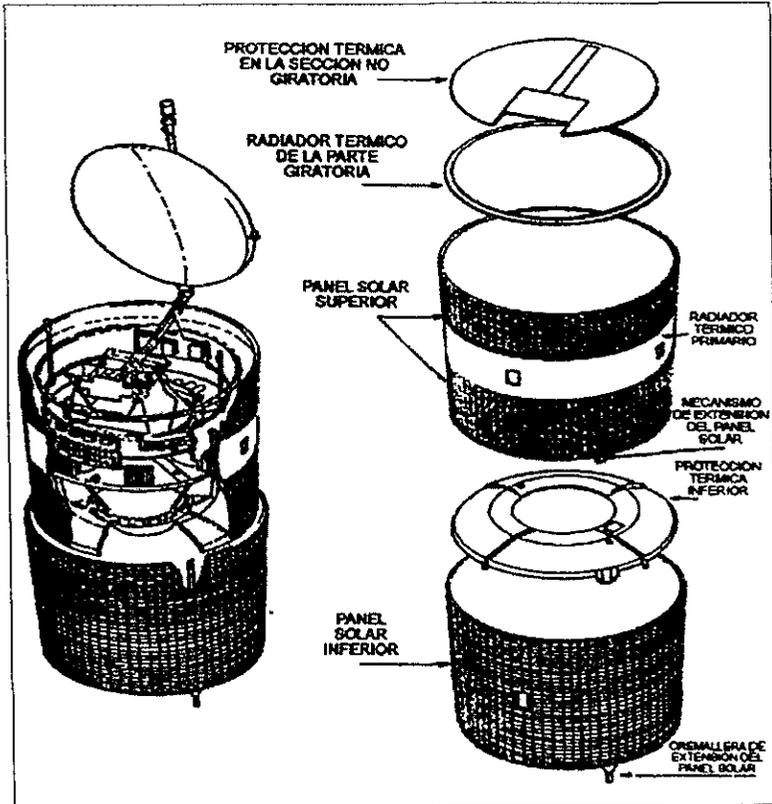


FIGURA 4.1. VISTA SECCIONADA DEL SATELITE.

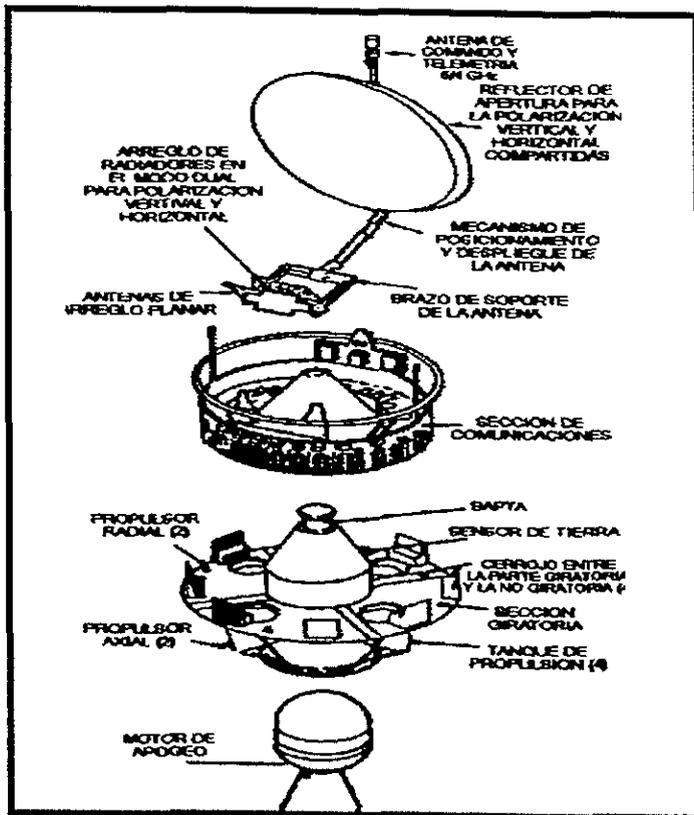


FIGURA 4.2. COMPONENTES DEL SATELITE.

#### 4.2.3. Características de transmisión del Satélite Morelos II (BANDA C).

México fue el primer cliente que utilizó al HS 376 como un satélite híbrido que opera en dos bandas de frecuencia (C y Ku). También fue el primer país latinoamericano al que Hughes sirvió como contratista principal en un proyecto de satélites.

El contrato también requirió que Hughes fabricase e instalase una estación de rastreo, telemetría y comando para operar el sistema Morelos, aproximadamente a unos 16 kilómetros al sudeste de la ciudad de México, en Iztapalapa.

En la disposición de lanzamiento, con sus paneles solares telescópicos plegados y con el reflector de la antena principal doblado, el satélite Morelos mide 2.85 metros de altura. Ya en órbita, con los paneles extendidos y con la antena desplegada, el satélite mide 6.62 metros de altura.

El satélite Morelos tiene un diámetro de 2.16 metros y pesó, al inicio de su vida en órbita, 646.5 kg. Cuatro propulsores que utilizan un propelente de hidrazina brindan el control de órbita y de orientación durante la vida planeada de 9 años de la misión del satélite.

Los dos paneles solares, que usan celdas solares K-7, generan un poco más de 950 vatios de potencia eléctrica al inicio de la vida del satélite. Dos baterías de níquel y cadmio alimentan al satélite para las operaciones durante los eclipses. Ver figura 4.3.

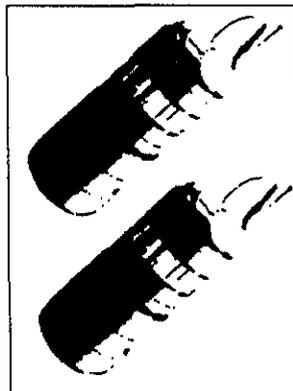


FIGURA 4.3. SATELITES MORELOS I Y II

En la banda C, cada Satélite tiene 12 transpondedores de 36 MHz. de ancho de banda y seis de 72MHz, en la banda Ku cada uno tiene 4 transpondedores de 108MHz.

El ancho de banda de un transpondedor y la potencia de transmisión del mismo determinan la cantidad de información, con calidad aceptable, que puede enviarse por él. En general, un transpondedor de 36 MHz tiene una capacidad promedio

para manejar mil canales de telefonía, uno o dos canales de televisión, o datos a una velocidad de hasta 60 millones de bits por segundo. los transpondedores de 72 y 108 MHz tienen, respectivamente, el doble y triple capacidad de uno de 36 MHz.

### **BANDA C.**

**- Número de canales:**

\* 12 de banda angosta.

\* 6 de banda ancha.

**- Ancho de banda de los canales (Mhz):**

\* 36 banda angosta.

\* 72 banda ancha.

**- Bandas de Frecuencia (Ghz):**

\* Recepción 5.925 a 6.425.

\* Transmisión 3.7 a 4.2.

**- Antena:**

\* Recepción 71 pulgadas, diámetro reflector.

\* Transmisor 71 pulgadas, diámetro reflector.

#### 4.2.4. Características de transmisión del Satélite Morelos II (Banda Ku).

##### Banda Ku.

Numero de canales:	4
Ancho de banda de canales:	108 MHz
Espaciamiento del canal:	124 MHz
Banda de frecuencias (GHz):	Recepción 14.0 a 14.5
Antena de recepción:	Arreglo planar. Transmisión 11.7 a 12.2

Para efectuar sus enlaces cuenta con estaciones terrenas en el territorio nacional .

La vida útil de este satélite esta programada para el tercerbimestre de 1998.

#### 4.3. Satélite Morelos III (SATMEX V).

Satmex V fue fabricado por Hughes Space & Communications, en California, Estados Unidos, en los trabajos de diseño e integración trabajaron ingenieros mexicanos. La vida útil esperada es de más de 15 años y fue puesto en Órbita por un cohete francés de Arianespace Ariane V114.

Se lanzó el 6 de diciembre de 1998 y entró en operación el 1 de febrero de 1999.

El 3 de marzo una avería en el centro del control terrestre del satélite Stamex afectó durante 84 minutos el servicio de diversas compañías de telecomunicaciones a nivel continental. El satélite recuperó su funcionalidad total.

Los satélites de Satmex son operados dese el Centro de Control en Iztapalapa, México, contando con el Centro de control en Hermosillo, Sonora, con lo cual se garantiza la absoluta seguridad del sistema.

#### **4.3.1. Características de transmisión del Satmex V.**

Su capacidad en banda Ku permite la transmisión de señales de televisión directa al hogar a antenas menores de 1 metro de diámetro; tiene capacidad para proporcionar servicios de comunicaciones comerciales, tales como telefonía internacional, radiodifusión digital, televisión analógica y digital, redes de datos y distribución de contenido multimedia.

El Satmex tiene una potencia efectiva radiada diez veces superior a los Morelos y tres veces mayor a los Solidaridad. Tiene 24 transpondedores de banda C y 24 de banda Ku de alto poder.

Los servicios que prestaba anteriormente el satélite Morelos II han sido relevados por el Satmex V desde el 2 de enero de 1999.

#### **4.4. Satélite Solidaridad I y II.**

##### **4.4.1. Antecedentes.**

Cuando el gobierno de México planeó la implementación de un sistema de satélites de segunda generación, la responsabilidad de su construcción cayó una vez mas en la empresa Hughes Aircraft Company. El nuevo par de satélites llevó por nombre Solidaridad, indicativo de la forma en que las telecomunicaciones por satélites están unificando a las zonas urbanas y a los lugares remotos del país entre sí y con el resto del mundo. Estos serían para reemplazar a uno de los satélites Morelos, también fabricados por Hughes en las comunicaciones de 1994, tras nueve años de servicio.

En 1994 se puso en operación una nueva generación de satelites, Solidaridad I y Solidaridad II de la serie Hughes HS-601.

Modificada para las necesidades de Mexico y ademas, a ampliación de su cobertura hacia los países de Latinoamerica y las principales ciudades de los Estados unidos de America.

Esto permitió poner al alcance de todos los países y empresas Latinoamericanas con grandes beneficios y ventajas al establecer comunicaciones internacionales a costos accesibles.

El satélite solidaridad I fue puesto en órbita el 19 de noviembre de 1993 por el cohete Ariane 4 desde Kourou, Guyana Francesa. Tiene contemplada una vida útil de 14 años. También lo fabricó Hughes, siendo el modelo HS 601. A diferencia de los satélites locales Morelos, el Solidaridad I, es un satélite regional.

El satélite Solidaridad II fue lanzado el 7 de octubre de 1994. Tiene las mismas características del satélite solidaridad I. En su cobertura utiliza las bandas C y Ku, además de una nueva banda L para comunicaciones móviles.

Los nuevos satélites permiten que Telecom. continúe brindando servicios tales como telefonía, Tele audición, comunicación de datos, televisión, tele conferencias, transmisión de telefacsímiles, redes de negocios y transmisiones de televisión educativa, empleando tecnología analógica y digital. Una de las nuevas características es la capacidad de servicios móviles a través de toda la nación.

#### **4.4.2. Características generales de los satélites Solidaridad.**

El satélite solidaridad es una nave espacial de cuerpo estabilizado triaxialmente. Consiste de una porción central en forma de cubo que contiene los sistemas electrónicos y de propulsión, y, a lo largo del eje norte-sur, tiene un par de alerones con tres paneles cada uno con arreglos de celdas solares que miden un total de casi 21 metros de longitud. Cada nave espacial pesa casi 1,641 Kg, al inicio de su vida en órbita. Sus paneles solares suministrarán 3,300 vatios, y una batería de 27 celdas de níquel e hidrógeno lo alimentará durante los periodos de eclipses.

Al igual que los satélites Morelos, los Solidaridad portarán 18 transpondedores activos en la banda C, con potencia mucho más elevada para permitir la recepción por terminales pequeñas. Dado que los transpondedores cubren a varias regiones,

estarán alimentados por amplificadores de potencia de estado sólido (SSPAs), de 10 y 16 vatios, construidos por Hughes.

Cuenta con 16 transpondedores activos en la banda Ku (cuatro veces la capacidad actual) con amplificadores de tubos de ondas progresivas de 42.5 vatios. Además, los Solidaridad tendrán canales en la banda L para dar servicio a los usuarios que estén viajando por tierra, mar o aire o que se encuentren en zonas rurales. Este servicio cuenta con cuatro SSPAS de 21 vatios enlazados en paralelo.

Con las antenas desplegadas, la nave espacial mide; 7.2 metros de ancho. La antena de la banda C está en el lado oeste de la nave espacial y la banda Ku en el lado este ( y transmisión en banda C a Sudamérica ). Ambas antenas tienen 2.4 por 1.8 metros, son ovaladas con alerones en X y con dos superficies reflejantes, una de las cuales es sensible a la polarización vertical y la otra a la horizontal. Una red de dipolos acoplados de la banda L, de 26 elementos, cubre el lado de la nave espacial que da la cara a la Tierra.

Las antenas del satélite Solidaridad y los paneles solares se pliegan a lo largo del cuerpo durante el lanzamiento, formando un cubo de 2.7 por 3.5 por 3.1 metros. Un sistema de propulsión vi propulsante, probado en vuelo, incluye un motor de apogeo, integrado, de propulsante líquido Marquardt de 490 newtons, más doce impulsores de 22 newtons para mantenerlo en su órbita. Ver figura 4.4.

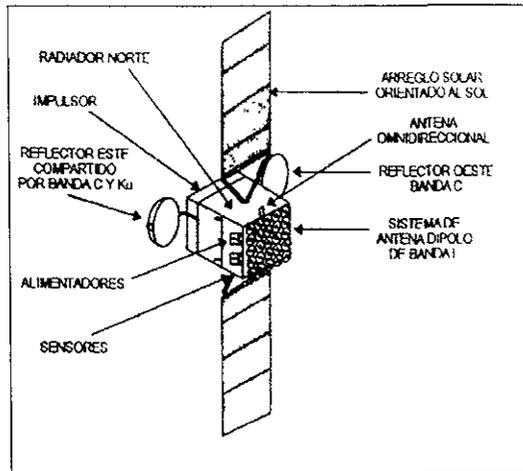


FIGURA 4.4 ESTRUCTURA BASICA DEL SATELITE SOLIDARIDAD (HS 601)

<b>Modelo:</b>	<b>HS-601</b>
<b>Estabilidad:</b>	<b>Triaxial</b>
<b>Peso total:</b>	<b>2773.23Kg</b>
<b>Potencia:</b>	<b>3370 Watts</b>
<b>Vida útil:</b>	<b>14 años</b>
<b>Dimensiones:</b>	<b>6.67m Antena-Antena.</b> <b>21m paneles desplegados.</b>

El sistema de Satélites Solidaridad se compone de dos naves espaciales de estabilización por tres ejes del modelo HS-601 de la compañía Hughes Aircraft, con una vida útil de 14 años

El Solidaridad 2 ocupa una posición cercana a la del Morelos, 113.0° W, con carga útil en las bandas C, Ku y L.

La banda Ku ha sido completamente rediseñada, con mayor capacidad en ancho de banda debido al rehuso de las frecuencias, operando en polarización vertical/horizontal, teniendo un total de 16 transpondedores de 54 MHz.

La banda C tiene un total de 12 transpondedores de 36MHz y de 6 de 72MHz operando en polarización vertical y horizontal.

Cada uno de los satélites Solidaridad operan en la banda C, Ku y L de la siguiente forma:

**Banda C (6/4GHz): 12 transpondedores con polarización horizontal de 36 MHz.**

**6 transpondedores con polarización vertical de 72 MHz.**

**.Banda Ku(14/12GHz): 8 transpondedores con polarización horizontal de 54 MHz.**

**8 transpondedores con polarización vertical de 54 MHz.**

**BANDA L(1.6/1.4GHz): 1 transpondedor con polarización circular derecha de 15 MHz.**

#### **4.4.3. Cobertura de los satélites Solidaridad.**

Todas las bandas de los satélites Solidaridad I Y II cubren México y la cobertura de las bandas C y Ku se extiende hasta el suroeste de los Estados Unidos. Además, los haces de punto de la banda Ku llegan a ciudades estadounidenses tan importantes como Chicago, Dallas, Houston, Los Angeles, Miami, Nueva York, San Antonio, San Francisco, Tampa y Washington, D.C. La cobertura de la banda C incluye el Caribe, Centro y Sudamérica.

La cobertura de los dos satélites esta dividida en 6 regiones.

**Banda C** (Con tres regiones):

**Región 1:** Comprende México, Sur de E. U. A. y parte de Centroamérica.



FIGURA 4.5. REGION 1, BANDA C.

**Región 2.** Incluye la región 1, además de Florida, el caribe, el resto de Centroamérica, Venezuela y Colombia.



FIGURA 4.6 REGION 2, BANDA C'

**Región 3:** Abarca el resto de Sudamérica con excepción de Brasil.



FIGURA 4.7. REGION 3, BANDA C.

**Banda Ku (con dos regiones).**

**Región 4:** Se encuentra México y la parte sur de Estados Unidos.

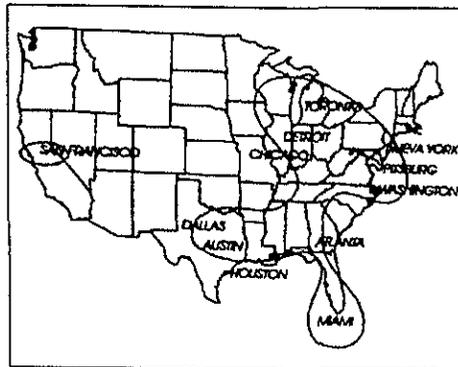


FIGURA 4.8. REGION 4, BANDA KU

**Región 5:** Comprende el área de San Francisco, así como las principales ciudades del este de Estados Unidos, además Toronto, Canadá y la Habana, Cuba.



FIGURA 4.9. REGION 5, BANDA KU.

**Banda L:** Comprende la región 6 abarcando México y su mar patrimonial.



FIGURA 4.10. REGION 31, BANDA L.

#### 4.4.4. Falla el satélite Solidaridad I.

El 28 de abril y primero de mayo de 1999 se registraron fallas en la computadora central del Solidaridad I, supuestamente por el crecimiento de filamentos de estaño en los circuitos que provocaron un corto circuito. En esa ocasión hubo necesidad de sustituir la computadora principal y utilizar una de respaldo con la que contaba el satélite. Después de 36 horas el servicio fue restablecido.

El domingo 27 de agosto del 2000, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y la Comisión Federal de Telecomunicaciones (COFETEL) informaron que a las 18:33 horas, SATMEX emitió los comandos de apagado del satélite Solidaridad I, por lo que alas 18:35 horas el mencionado satélite quedó fuera de operación.

Los técnicos del fabricante, Hughes Space and Communications, recomendaron la terminación de las operaciones del satélite, con base en la pérdida de energía eléctrica almacenada en las baterías al llegar a su nivel mínimo aceptable.

SATMEX realizó 65 intentos por restablecer comunicación con los Procesadores Centrales del Satélite, y de acuerdo con los procedimientos indicados por el constructor del satélite, los técnicos procedieron al envío de los comandos para apagar todos los sistemas de la nave espacial.

SATMEX, en coordinación con el Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT), vigilará el comportamiento del satélite a la deriva para asegurar que no cause ningún problema en el futuro.

El operativo para restablecer los servicios consistió en trasladar a los usuarios afectados hacia otros satélites que opera Satmex, Solidaridad II y Satmex V, y a los satélites Telstar V, VI y VII, propiedad de Loral Space & Communications, socio operador de Satmex. También se decidió que se encuentra en una órbita distinta, fuera temporalmente asignado a la posición del Solidaridad I.

#### **4.4.5. Importancia de los sistemas de satélites en México.**

Para Nuestro país, el contar con sistemas de satélites propios, ha representado en términos de divisas, superior a los 120 millones de dólares anuales, que gastaríamos si tuviéramos que arrendar la capacidad utilizada.

La experiencia adquirida a través de la utilización de los Morelos, sin duda, será rebasada por los solidaridad, de aquí que resulte interesante hacer un recuento de las aplicaciones que ha tenido nuestra primera generación de satélites

Los usos que ofrece un satélite son muy variados. Se utiliza para transmisiones regulares de televisión, de eventos y noticias en el mismo momento en que ocurren; para las transmisiones de radio en cada cadena nacional o regional, así como para envío de noticias entre las diferentes agencias noticiosas, periódicos y demás medios de comunicación; las transferencias financieras de bancos y casas de bolsa; comunicaciones empresariales de voz, datos y video; supervisión y monitoreo de oleoductos y líneas eléctricas; conversaciones telefónicas de larga distancia y telefonía rural, además de las aplicaciones especiales para la educación y la salud.

Para ofrecer el servicio de telefonía básica, la empresa Teléfonos de México ocupa el 10 por ciento de la capacidad de los satélites, lo que permite enlazar a las principales ciudades del país con regiones de difícil acceso para otro medio de comunicación.

En materia de telefonía rural, la cobertura de los satélites abarca siete entidades del territorio nacional: Oaxaca, Chiapas, Yucatán, Nuevo León, Chihuahua, Jalisco y Baja California Sur, prestando este importante servicio a poblaciones menores a los 2500 habitantes.

Los servicios de televisión permiten tener una cobertura sobre el 70 % de la población del país, a través de las cadenas nacionales (Televisa y Televisión Azteca) y doce redes nacionales en la banda UHF, adicionalmente a los servicios

Azteca) y doce redes nacionales en la banda UHF, adicionalmente a los servicios que proporcionan por cable alguna de las compañías afiliadas a la cámara de la Industria de Televisión por Cable.

Recientemente se ha incorporado la tecnología de video comprimido, sistema que permite la ubicación de hasta seis canales de televisión en la misma capacidad en la que hasta hace poco solo podía usarse uno.

Los servicios de radio se proporcionan a través de 1057 estaciones distribuidas en todo el país, de las cuales 727 operan en la banda de Frecuencia Modulada. Es importante destacar que las radiodifusoras están cambiando a tecnología digital y que algunas de ellas, llegan a las principales ciudades del Sur de Estados Unidos con población Hispano parlante.

Cabe destacar la utilización de los sistemas satelitales que han representado una mayor dinámica; el establecimiento de redes privadas para voz y datos, imprescindibles para las instituciones gubernamentales, empresas financieras, manufactureras, comerciales y productoras de insumos, viéndose fortalecidas las operaciones de la micro y mediana industria.

**GLOSARIO.**

- Aeronáutica.** Ciencia que estudia el diseño, la construcción y el desarrollo de aeronaves.
- Ancho de banda.** La capacidad de transporte de datos de un canal de comunicaciones; medida en Hertz como la diferencia entre las frecuencias más altas y más bajas del canal.
- Apogeo.** Punto en la órbita de un satélite con la distancia más lejana de la Tierra.
- Banda.** Conjunto de frecuencias comprendidas y pertenecientes a un espectro o gama de mayor extensión, la clasificación adoptada internacionalmente esta basada en bandas numeradas que van de las que se ubican delos  $0.3 \times 10$  nHz a  $3 \times 10$  nHz en el cual **n** es el número de banda.
- Banda C.** Margen de frecuencias comprendidas entre 4 y 6 GHz. Esta banda se utiliza tanto para transmisiones de microondas como de satélites, es muy usada en la transmisión de televisión.
- Banda Ku.** Margen de frecuencias comprendidas entre 12.4 y 18 GHz. Esta banda se utiliza únicamente en transmisiones por satélite.
- Banda L.** Es el rango de frecuencias que se encuentra en los límites de 0.94 y 1.55GHz. Esta banda es muy utilizada en las comunicaciones vía satélite.
- Geoestacionario.** Un satélite es geoestacionario cuando su posición con respecto a la superficie de la Tierra no varía.
- Huella.** Esta se define como la extensión de territorio que puede cubrir la señal proveniente de un satélite. Es también denominada sombra de un satélite.

- Perigeo.** Punto más cercano a la Tierra en la órbita de la luna o de cualquier otro cuerpo que gira alrededor de la Tierra, como un satélite artificial.
- Polarización.** Es el tipo de desarrollo lineal o circular que se imprime a una onda electromagnética que describe la dirección del vector de campo eléctrico.
- Satélite.** Un satélite es simplemente una estación repetidora que tiene un circuito de transmisión ascendente, desde la estación terrestre hacia el satélite y un circuito de transmisión descendente desde el satélite hasta la lejana estación terrestre o hasta la pequeña estación terrestre del cliente.
- TELECOMM.** Telecomunicaciones de México; Es un organismo público descentralizado con personalidad jurídica, patrimonios propios, cuyo objeto principal es la prestación del servicio público, de telégrafos y los de comunicaciones.
- Transpondedor.** Paquete combinado de receptor, convertidor de frecuencias y transmisor que forman parte físicamente de un satélite de comunicaciones. Usualmente los satélites tienen entre 12 y 25 transpondedores, aunque hay algunos que llegan a tener 50.

## CONCLUSIONES.

La comunicación vía satélite es un medio de comunicación radioeléctrico, es un medio de gran capacidad pues por el se pueden realizar cientos de conversaciones telefónicas simultáneas o varios programas de televisión: Así como de otro tipo de información.

Debido a lo anterior las comunicaciones a través de satélites geoestacionarios son de gran ayuda para el hombre ya que a través de ellos podemos estar constantemente informados de diferentes hechos que ocurren alrededor del mundo, sin que el uso de ellos pueda representar un alto costo por su utilización, además que nos facilita estar comunicados con lugares que por su tipo de ubicación son de difícil acceso, con esto me refiero a lugares montañosos, rodeados por agua en los que otro medio de enlace por ejemplo fibra óptica resultaría demasiado costoso el hacer una conexión.

México, como se vio de manera breve en este trabajo, a pesar de no contar con una tecnología e infraestructura comparada con países de gran capacidad económica, hizo su esfuerzo para no quedar fuera de este gran avance en lo que se refiere a comunicaciones, para poder tener sus dos sistemas satelitales el Morelos y el Solidaridad, estos últimos creados para sustituir a los primeros cuando su ciclo de vida concluyera.

Así mismo cabe destacar que la utilización de los sistemas satelitales han representado una mayor dinámica en el establecimiento de redes privadas para voz y datos, imprescindibles para las instituciones gubernamentales, empresas financieras, manufactureras, comerciales y productoras de insumos, viéndose fortalecidas las operaciones de la micro y mediana industria.

**BIBLIOGRAFIA.**

1. Satélites de Comunicaciones

Rodolfo Neri Vela

McGraw – Hill

México, 1989

2. Satellite Communications

Timothy Pratt, Charles W. Bostian

John Wiley & Sons

E. U. A., 1986

3. Sistema de Satélites Morelos

Dirección de Sistemas Nacionales de la Dirección General de  
Telecomunicaciones.

Direcciones Consultadas en Internet:

<http://informatica.aragon.unam.mx/satelite/tecno.html>

Comisión Federal de Telecomunicaciones ( <http://www.cft.gob.mx> )

Publicación de Radioaficionados RadioClub Satélite, A. C.:

( <http://www.xe1rcs.org.mx> )

<http://www.satmex.com.mx>

<http://www.amsat.org>

<http://www.satnews.com>

<http://www.adec.edu/satdb/sat-loc.html>