



104
25

**Universidad Nacional
Autónoma de México**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"CUAUTITLAN"



TELEVISION POR SATELITE

TRABAJO DE SEMINARIO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

JORGE RAMIREZ RODRIGUEZ

ASESOR: ING. JUAN GONZALEZ VEGA

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

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

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES-CUAUTITLÁN



DEPARTAMENTO DE
EXÁMENES PROFESIONALES

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

ATN: ING. RAFAEL RODRIGUEZ CEBALLOS

Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES-C.

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

Comunicaciones

Televisión por satélite

que presenta el pasante: Jorge Ramírez Rodríguez
con número de cuenta: 7843676-5 para obtener el Título de:
Ingeniero Mecánico Electricista.

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

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, a 12 de Febrero de 1996

MODULO:	PROFESOR:	FIRMA:
<u>Primero</u>	<u>Ing. Alfonso Contreras Márquez</u>	<u>[Firma]</u>
<u>Segundo</u>	<u>Ing. Juan González Vega</u>	<u>[Firma]</u>
<u>Cuarto</u>	<u>Ing. Joel Sánchez Pérez</u>	<u>[Firma]</u>

DEP/VOBOSEM

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES :

SALVADOR RAMIREZ PANTOJA

Y

MARIA TERESA RODRIGUEZ VIAIRA

A MIS HERMANAS :

LETICIA, PATRICIA, MARTHA, LAURA Y TERE

A MI ASESOR :

ING. JUAN GONZALEZ VEGA

A TODOS MIS PROFESORES
POR LOS CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS

A LA
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
U.N.A.M.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS

A TODOS LOS QUE DE ALGUNA MANERA CONTRIBUYERON
A LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO

INDICE

I SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES	1
Introducción	1
Sistemas de comunicación	1
Señales analógicas y digitales	2
Modulación	6
Multiplexión	8
El ruido en los canales de transmisión	9
II. SATELITES DE COMUNICACION	11
Antecedentes	11
Fabricantes de satélites de comunicación	12
El lanzamiento al espacio del satélite	14
La órbita geoestacionaria	17
Propagación de la señal	18
El subsistema de comunicación	22
Estaciones Terrestres	27
III - SISTEMAS DE TRANSMISION DE TELEVISION	28
Generalidades	28
Principio básicos de televisión	30
Televisión a color	36
Ancho de banda	37
Normas internacionales de televisión	39

Sistemas de Televisión de alta definición	43
IV TRANSMISIONES DE TELEVISION VIA SATELITE	50
Típos de transmisión	50
El receptor	50
Transmisión de televisión directa por satélite	56
Principales empresas de televisión que transmiten vía satélite	57
Acceso condicionado	60
V TELEVISION POR SATELITE EN MEXICO	61
Antecedentes históricos	61
Satélites de comunicación en México	62
Satélites Morelos	64
Satélites Solidaridad	65
VI CONCLUSIONES	68
GLOSARIO	70
BIBLIOGRAFIA	72

I SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES

Introducción

Los seres humanos desde el inicio de las civilizaciones, han tenido la necesidad de intercambiar ideas e información, para lo cual hicieron uso de los sentidos y la palabra escrita y hablada; creando lenguajes.

Un problema que se tuvo que enfrentar fue la transmisión de información a grandes distancias, los primeros métodos fueron con señales de humo y con banderas.

Las telecomunicaciones son procesos mediante los cuales se transmite información a distancia con equipos electrónicos. La era de las telecomunicaciones se inicia en 1840 con el uso del cable para telegrafía. Posteriormente se transmite telegrafía sin hilos en onda larga. En 1920 surge la radiodifusión sonora; en 1946 la radiodifusión televisiva. La era de los satélites de comunicación inicia en 1965. Y la era más reciente es la de la fibra óptica que se encuentra en sus primeras fases.

Sistemas de comunicación

Los componentes principales de un sistema de comunicación mostrados en la fig. 1.1 son:

- 1.- Fuente: Es la que origina el mensaje, este puede ser sonido, imágenes, o datos.
- 2.- Transductor: Transforma el mensaje de la fuente en ondas eléctricas, a esta señal se le conoce como señal de banda base.
- 3.- Transmisor: Modifica la señal de banda base para una transmisión eficiente, a esta señal se le conoce como señal de radio frecuencia.
- 4.- Canal: Es el medio a través del cual se transmite la señal; tal como alambre, cable coaxial, enlace de radio, microondas o fibra óptica.
- 5.- Receptor: Reprocesa la señal para obtener nuevamente la señal de banda base.

6.- Transductor: Transforma la señal de banda base a su forma original.

7.- Destino: Unidad que recibe el mensaje.

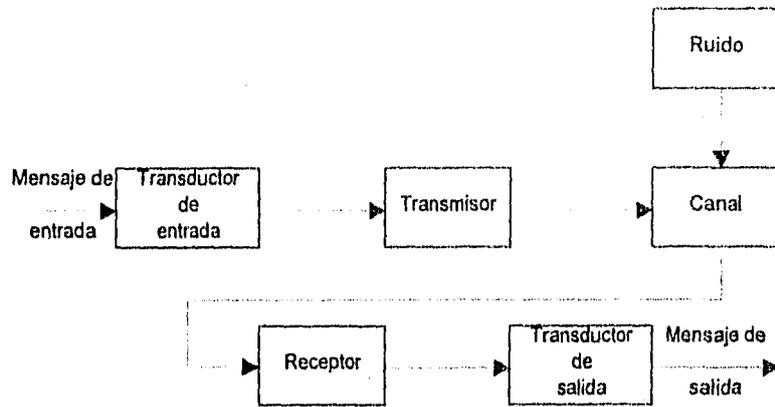


Fig. 1.1 Sistema de comunicación

Señales analógicas y digitales

Las señales de información se clasifican en analógicas y digitales, las señales analógicas tienen forma continua en el tiempo y pueden tomar un número infinito de valores, por ejemplo la forma de onda de la voz. Ver fig. 1.2. La señal digital está constituida por un número finito de valores por ejemplo un mensaje binario compuesto de dos símbolos. ver fig. 1.3

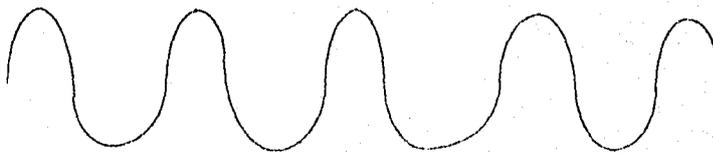


Fig. 1.2 Señal analógica



Fig. 1.3 Señal digital

Conversión de señales analógicas a digitales

Hasta hace pocos años las telecomunicaciones trabajaban en forma analógica pero en los últimos años están siendo sustituidas por sistemas digitales por la gran cantidad de ventajas que estos presentan durante su transmisión.

El proceso de transformar una señal analógica a digital esta formado por las siguientes etapas:

1. Muestreo de la señal

Consiste en tomar muestras de la señal en intervalos de tiempo regulares, a la señal resultante se le conoce como señal PAM (Pulse Amplitud Modulación)

El teorema de muestreo o criterio Nyquist establece que si la frecuencia más alta del espectro de una señal es B (Hz) la señal puede ser reconstruida mediante un filtro pasabajas tomando un número de muestras no menor de $2B$

2. Cuantificación

La señal PAM todavía no es digital, ya que aún puede tomar un número infinito de valores, con la cuantificación estos valores son redondeados a un nivel cuantificado mas próximo como se puede observar el la fig. 1.4

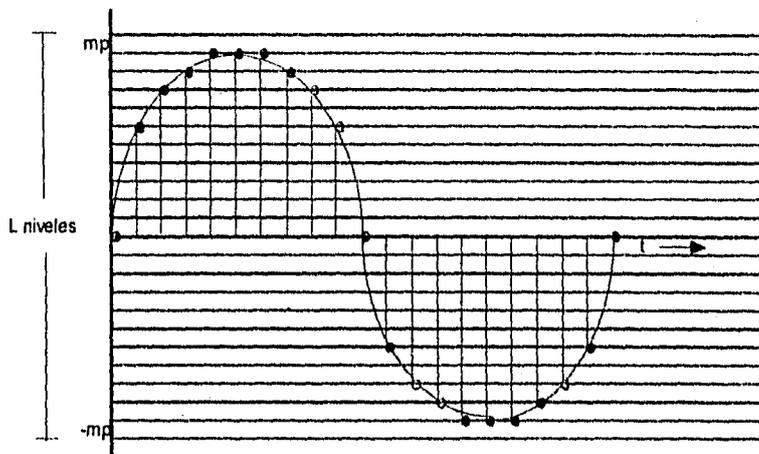


Fig. 1.4 Muestreo y Cuantificación

3. Codificación

La señal cuantificada que tiene un número finito de valores es convertida en un código binario. Por ejemplo para una cuantificación de 16 niveles y con un rango de cuantificación de 1 a 16 mV. podemos tener la siguiente codificación mostrada en el cuadro 1.1

Cuadro 1.1 Codificación

Niveles de cuantificación (mV)	Código	Niveles de cuantificación (mV)	Código
1	0000	9	1000
2	0001	10	1001
3	0010	11	1010
4	0011	12	1011
5	0100	13	1100
6	0101	14	1101
7	0110	15	1110
8	0111	16	1111

Los sistemas de comunicación digitales presentan grandes ventajas sobre los sistemas analógicos, por tener únicamente dos estados posibles (0 y 1): tienen la facilidad de regeneración de las señales, la información recibida es más confiable al ser sometida a un proceso de corrección de errores, por medio de multiplexaje puede haber combinación de diferentes tipos de señales (video, telefonía, datos), la señal digital puede ser manejada con claves para evitar que se robe. La principal desventaja que presentan los sistemas digitales es que ocupan mayor ancho de banda que los analógicos; en algunos casos esto se soluciona con la compresión digital.

Modulación

El proceso de modulación consiste en colocar una señal de baja frecuencia (señal inteligente)

dentro de una señal de alta frecuencia (portadora) haciendo variar una propiedad de la señal portadora en forma proporcional a la señal inteligente, la señal modulada se conoce como señal de radio frecuencia (RF). Ver fig. 1.5

El ancho de banda para algunas señales de banda base es:

Telefonía	300 Hz - 3.4 KHz
Radio FM	50 Hz - 15 KHz
Radio alta definición	30 Hz - 20 KHz
TV color	625 líneas, 50 cuadros entrelazados 525 líneas, 60 cuadros entrelazados

La señal no puede ser transmitida en la frecuencia de banda base ya que presenta los siguientes problemas:

1.- La transmisión directa de la señal nos traería interferencias entre las diferentes ondas de radio que transmiten a la misma frecuencia por ejemplo las radiodifusoras.

2.- La transmisión y recepción eficiente de las ondas de radio en bajas frecuencias, cuyas señales tienen grandes longitudes de onda, no es posible debido a que se requieren antenas muy largas.

Gracias a la modulación podemos transmitir ahora al mismo tiempo un gran número de señales sin interferencias, por ejemplo las estaciones de radio y televisión tienen asignadas diferentes frecuencias lo que permite la operación simultánea de muchas estaciones. Como

las señales se encuentran espaciadas en frecuencia cada receptor puede separar fácilmente la señal deseada.

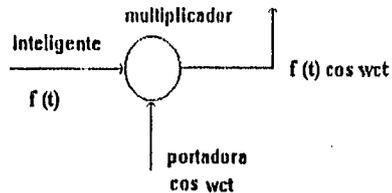


Fig. 1.5 Modulación

Los tipos de modulación para señales analógicas son:

- Modulación en amplitud (AM). Consiste en hacer variar la amplitud de la portadora, su valor pico varía de acuerdo al valor instantáneo de la señal inteligente, la frecuencia y la fase permanecen fijas.
- Modulación en frecuencia (FM). La frecuencia de la portadora es variada por la amplitud de la señal inteligente.
- Modulación en fase (PM). La frecuencia instantánea varía linealmente con la derivada de la señal inteligente.

Los tipos de modulación básicos para señales digitales son:

- Modulación en amplitud (ASK) Amplitude Shift Keying. Conocida como modulación ON-OFF, hay o no señal en la portadora, dependiendo del valor de la señal inteligente.
- Modulación en frecuencia (FSK) Frequency Shift Keying. Cada símbolo de la señal inteligente es asignado a una frecuencia en la portadora.
- Modulación en fase (PSK) Phase Shift Keying. La fase de la portadora varía de acuerdo a la información de la señal inteligente.

Existen otras técnicas de modulación digital que son alguna combinación de las anteriores

Multiplexión

Multiplexion es un método para transmitir varias señales en forma simultánea por una línea de transmisión. El multiplexaje puede ser por división de frecuencia o de tiempo.

En el multiplexaje por división de frecuencia (MDF) a cada canal de transmisión se le asigna un ancho de banda disponible y lo usa todo el tiempo en forma exclusiva.

En el multiplexaje por división de tiempo (MDT) a cada canal de transmisión se le asigna el total del ancho de banda en periodos de tiempo regulares. Ver fig. 1.6

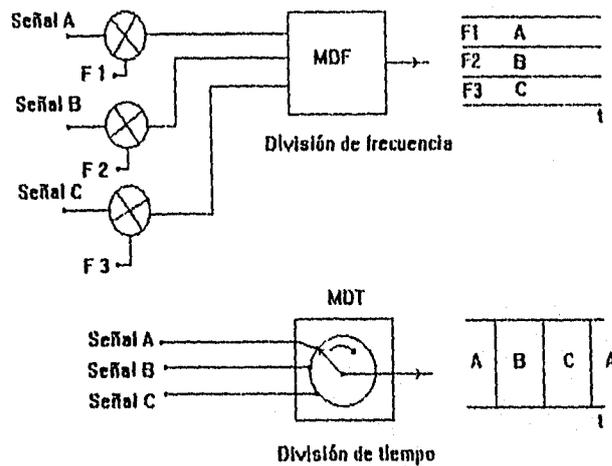


Fig. 1.6 Multiplexion

La señal modulada y multiplexada esta lista para ser transmitida por medio de ondas electromagnéticas a través del canal de comunicación. En el espacio las ondas viajan a una velocidad de 30×10^8 m / s. El espectro de las ondas de radio se ha dividido en diferentes áreas de frecuencia de acuerdo a sus características de propagación como lo podemos ver en el cuadro 1.2

Cuadro 1.2 Espectro de las ondas de radio

	Nombre	Frecuencias	Uso
VLH	Muy baja frecuencia	< 30 KHz	Telegrafía a larga distancia
LH	Baja frecuencia	30 KHz-300 KHz	Larga distancia punto a punto
MF	Media frecuencia	300 KHz-3 MHz	Radiodifusoras
HF	Alta frecuencia	3 MHz-30 MHz	Larga y media distancia
VHF	Muy alta frecuencia	30 MHz-300 MHz	Radiodifusoras, TV, radar
UHF	Ultra alta frecuencia	300 MHz-3 GHz	TV, servicio aire-aire, aire-tierra
SHF	Super alta frecuencia	3 GHz-30 GHz	Microondas, satélite
EHF	Extrema alta frecuencia	>30 GHz	

El ruido en los canales de transmisión

Las señales analógicas como las digitales se degradan conforme viajan a través del canal, debido a la atenuación, las interferencias y ruidos.

El ruido es una señal eléctrica no deseada que contamina nuestra señal durante la transmisión, a lo largo de canal de transmisión y en la recepción. Es ruido puede ser causado por causas externas e internas del sistema. El ruido ocasionado por el movimiento de los electrones dentro las componentes eléctricos se conoce como "Ruido Térmico"; este puede ser reducido pero no eliminado.

El ruido externo puede ser ocasionado por causas naturales como tormentas eléctricas o radiación solar o por equipos eléctricos, automóviles lámparas fluorescentes etc.

El canal distorsiona la señal y el ruido se va acumulando a lo largo de la línea. Conforme aumenta la distancia la intensidad de la señal decrece y el ruido aumenta. Al amplificar la

señal se compensan los efectos de la atenuación pero el ruido aumenta en la misma proporción. Para disminuir los efectos del ruido se selecciona el lugar óptimo y se usan filtros.

El ruido nos establece un límite sobre el índice de comunicación con la relación señal a ruido (RSR); esta es la relación entre la potencia de la señal y la potencia del ruido.

II SATELITES DE COMUNICACION

Antecedentes.

Aunque la comunicación por satélite emplea señales que se propagan en línea visual como la UHF terrestre, debido a la altura que estos se encuentran de la Tierra, (35,786 Km.) un solo satélite puede comunicar a casi toda la mitad de la superficie terrestre. Mientras que las transmisiones terrestres en frecuencias VHF y UHF por línea visual, debido a las condiciones del terreno sólo pueden recorrer unos cuantos kilómetros; rara vez más de 80. Por ejemplo la BBC de Londres utiliza 1700 repetidoras para cubrir todas las islas británicas.

En 1945 Arthur C. Clarke escribió:

Un satélite artificial a la distancia correcta de la Tierra daría una vuelta cada 24 horas, es decir, permanecería fijo sobre el mismo lugar y estaría dentro del alcance óptico de casi la mitad de la superficie de la Tierra. Tres estaciones repetidoras, a una distancia de 120 grados en la órbita correcta, podrían proporcionar una cobertura televisiva y de microondas en todo el planeta.

En esa época no existía la tecnología para lograrlo, sin embargo 24 años más tarde su sueño se convirtió en realidad . En 1957 la URSS lanzó el Sputnik I en una órbita cercana a la Tierra que emitía señales en 31.5 MHz, recorriendo la órbita terrestre 16 veces cada 24 horas durante 90 días. En ese mismo año la URSS lanzó otros 2 satélites.

Estados Unidos lanzó en 1960 los satélites Echol y Echo 2 y en 1962 el satélite Telsar. Ninguno de ellos fue de tipo geoestacionario.

La primera video difusión trasatlántica se realizó con el Telstar el 10 de julio de 1962; fue una bandera estadounidense. Para retransmitir de los juegos olímpicos de 1964 se utilizó el primer satélite experimental geostacionario, el Syncom, lanzado desde Cabo Cañaveral. En 1962 se creó en Estados Unidos la Comsat (Corporación de Satélites de Comunicación). Para 1965 la organización contaba con 16 países miembros y cambió su nombre por el de **Intelsat**. El 12 de abril de 1965 lanzó su primer satélite desde Cabo Cañaveral en órbita geostacionaria, el Early Bird (Intelsat I). En 1967 lanzó el Intelsat II y en 1969 el Intelsat III. Todos ellos separados 120 grados con lo que el sueño de Clarke se convirtió en realidad.

Elementos principales de los sistemas de comunicación por satélite

I) El satélite. Está formado por el sistema de combustible, el de telemetría y control y el sistema de telecomunicación, en donde se recibe la señal ascendente desde la estación terrestre y se retransmite a la Tierra.

II) Estación de seguimiento, telemetría y control. Lleva el control del lanzamiento del satélite durante el periodo de lanzamiento y posteriormente su función es mantener el satélite en su trayectoria haciendo los ajustes necesarios.

III) Estación terrestre. Es la encargada de transmitir y recibir la señal, puede ser de tipo fija o móvil.

Fabricantes de satélites de comunicación.

Los principales fabricantes de satélites en Estados Unidos son, Hughes Aircraft Company, Space System Lorel (antes Ford Aerospace) y Martin Marietta Astro-Space (fusión de Martin Marietta System y GE Astro-Space realizada en 1993).

En Europa se fusionaron Alemania DASA, Aerospatiale y Alcatel. Matra se fusionó con Marconi y British; en Asia se están creando nuevas industrias de satélites. Los satélites cada vez son más costosos, más potentes y más sofisticados.

Las diferencias entre los satélites de Hughes, el HS 376 (lanzado por primera vez en 1983 y de los cuales se han lanzado 34) y el modelo más reciente el HS 601 se muestran en el cuadro 2.1.

Cuadro 2.1 Satélites Hughes

	HS 376	HS 601
Peso de despegue (lbs.)	2 750	6 400
Vida Útil (años)	9	14
Potencia de los repetidores (W)	50	120
Número de repetidores	12	16

Nota: El número de repetidores y potencia son típicos; las configuraciones exactas dependen de los requisitos del cliente.

México adquirió el modelo HS 376 para el sistema Morelos, sus componentes principales se muestran en la fig. 2.1. El modelo HS 601 se adquirió para el sistema Solidaridad.

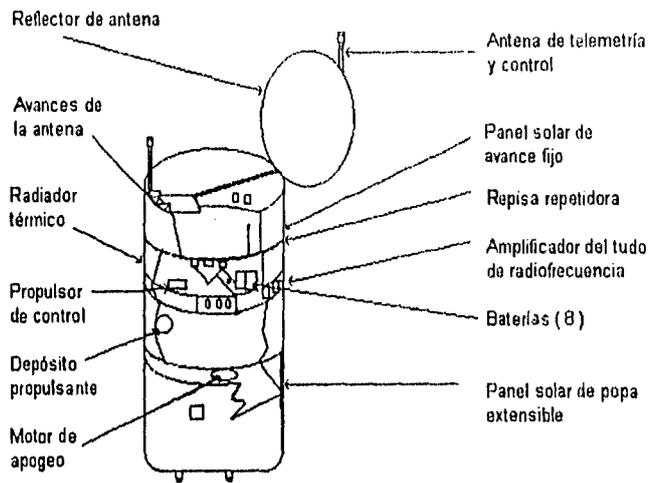


fig. 2.1 Satélite Hughes 376

El lanzamiento al espacio del satélite

El lanzamiento se realiza con un vehículo de lanzamiento perecedero (cohete) o con un transbordador espacial. El Delta fue uno de los primeros vehículos de lanzamiento. Su longitud era de 35 metros, pesaba 116 toneladas y poseía un impulso de 305 000 libras.

Una vez lanzado el satélite no hay posibilidad de sustituir ningún elemento defectuoso, aunque se han hecho algunos intentos para recuperarlos.

El lanzamiento de un satélite geoestacionario es una serie de acontecimientos sincronizados con precisión. Primero es el lanzamiento a una órbita de aparcamiento, una órbita cercana a la Tierra. Esto permite un breve tiempo para comprobar la telemetría, las reservas de combustible y otros sistemas de control antes de pasar a la zona de la órbita de transferencia, lo que el satélite efectúa con el encendido del motor de perigeo. Esta órbita tiene un apogeo del mismo valor que la órbita geoestacionaria, de manera que el motor de

apogeo con la propulsión adecuada colocará al satélite en la órbita geoestacionaria. Las órbitas se muestran en la fig. 2.2.

Este procedimiento se realiza aproximadamente en 14 minutos, posteriormente se ajustan el balanceo, la oscilación lateral y el cabeceo. Las fuerzas principales que afectan al satélite son las ocasionadas por el Sol , la Tierra, la luna y las variaciones de gravedad adicionales debidas al achatamiento de la Tierra.

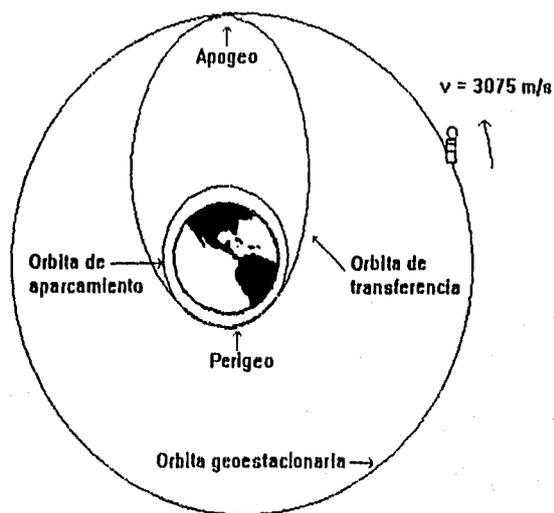


Fig. 2.2 Órbita geoestacionaria

El satélite debe mantener su órbita prevista con una exactitud de $\pm 0.1^\circ$ durante su vida en órbita. Las variaciones de 0.5° afectan la recepción del satélite. Para mantener el satélite en su órbita correcta se emplea el combustible y cuando éste se agota termina su vida útil. Para ampliar la duración algunos sistemas permiten variaciones de 1° , esto se compensa con el

seguimiento de las estaciones terrestres. La fig. 2.3 nos muestra el diagrama de los componentes principales de un sistema de control.

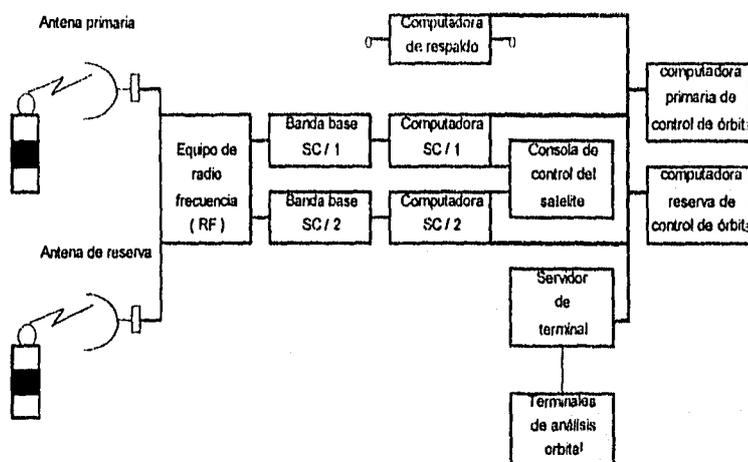


fig. 2.3 Sistema de control del satélite

El lugar de lanzamiento ideal es una isla o un lugar alejado rodeado de mar para que en caso de falla la nave pueda caer sin causar grandes daños. Es preferible que el lugar de lanzamiento se encuentre cerca del ecuador. Esto hace que el lanzamiento resulte más eficiente y económico por el ahorro de combustible. Anteriormente, Cabo Cañaveral en Estados Unidos y Kazakistán en la URSS eran los mejores lugares de lanzamiento, hoy en día Kourou en la Guayana Francesa es el lugar principal de lanzamientos, tanto en tecnología como en número de lanzamientos. Kourou está situado a 5° del ecuador y es un centro de lanzamiento de la Agencia Espacial Europea. China está construyendo cuatro lugares de lanzamiento, la India cuenta con dos y Japón está construyendo uno en la isla de Tanegashima.

seguimiento de las estaciones terrestres. La fig. 2.3 nos muestra el diagrama de los componentes principales de un sistema de control.

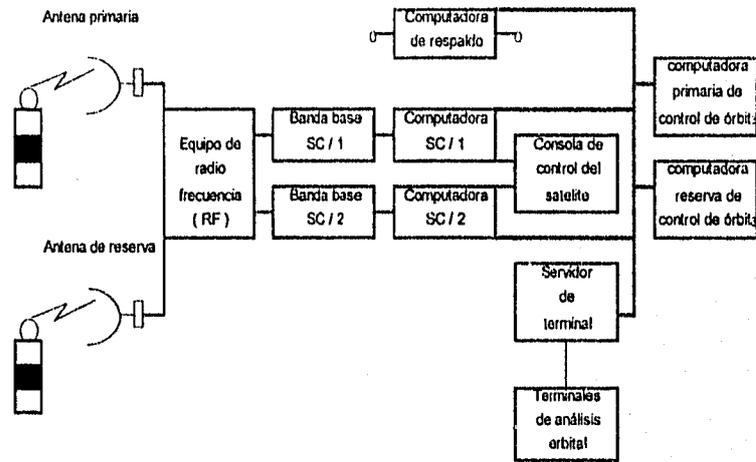


fig. 2.3 Sistema de control del satélite

El lugar de lanzamiento ideal es una isla o un lugar alejado rodeado de mar para que en caso de falla la nave pueda caer sin causar grandes daños. Es preferible que el lugar de lanzamiento se encuentre cerca del ecuador. Esto hace que el lanzamiento resulte más eficiente y económico por el ahorro de combustible. Anteriormente, Cabo Cañaveral en Estados Unidos y Kazakistán en la URSS eran los mejores lugares de lanzamiento, hoy en día Kourou en la Guayana Francesa es el lugar principal de lanzamientos, tanto en tecnología como en número de lanzamientos. Kourou está situado a 5° del ecuador y es un centro de lanzamiento de la Agencia Espacial Europea. China está construyendo cuatro lugares de lanzamiento, la India cuenta con dos y Japón está construyendo uno en la isla de Tanegashima.

La vida de los satélites pueden acortarse por colisiones en el espacio o por funcionamiento defectuoso. En enero de 1978 y en junio de 1982 satélites soviéticos quedaron destruidos por colisiones en el espacio. Otras fallas se deben al control de telemetría, falta de combustible, problemas de software o del vehículo de lanzamiento. Los sistemas de lanzamiento cada vez son más sofisticados y precisos. De los seis primeros satélites lanzados por Intelsat sólo cuatro alcanzaron la órbita geoestacionaria.

La órbita geoestacionaria.

La órbita geoestacionaria es una órbita ecuatorial circular en la que el periodo sideral del satélite es igual al periodo sideral de la Tierra, la dirección del satélite es en la dirección de rotación de la Tierra (de oeste a este)

Las características principales de los satélites en órbita geoestacionaria son las siguientes:

- 1.- Periodo $T_s = 23$ horas, 56 minutos, 4.00956 segundos.
- 2.- Radio $R_s = 42.165$ Km.
- 3.- Velocidad $V_s = 3.0747$ Km./s
- 4.- Inclinación hacia el ecuador de la Tierra
 $i = 0$ grados
- 5.- Altitud sobre el ecuador
 $h = 35\,386.04$ Km.

Los satélites son visibles desde todos los puntos de la superficie de la Tierra, excepto los casquetes polares (más allá de 81.3° N y 81.3° S).

Se han lanzado al espacio aproximadamente 150 satélites de comunicación para radiodifusión directa en órbita geoestacionaria, y en los próximos años habrá más lanzamientos por la renovación de algunas redes de satélites.

Las Principales redes de satélites de comunicación en órbita geoestacionaria son:

-Intelsat. (International Telecommunications Organization) Sus principales accionistas son: Estados Unidos, Gran Bretaña y Japón

-Arabsat. (Organización Arabe de Comunicaciones por Satélite)

-Eutelsat. Red de satélites de la Agencia Espacial Europea (ESA)

-Aussat/Optus. (Australian National Satellite Operating Company)

-Brazilsat. Red nacional de satélites de Brasil

-Insat. Red nacional de satélites de la India

-Palapa. Red nacional de satélites de Indonesia

-Morelos-Solidaridad. Red nacional de satélites de México

-Satélites de la CEE. (antes URSS)

-PanAmSat. Satélites de propiedad privada

-Asiasat. Corporación Asiática de Telecomunicaciones por Satélite

-Italsat. Red nacional de satélites de Italia

-Hispasat. Red nacional de satélites de España

Cuando los satélites de órbita geoestacionaria se encuentran al final de su vida planificada y las reservas de combustible son bajas, resulta económico dejar que se desvíen a una órbita inclinada. Debido a la desviación es necesario seguir al satélite con una antena móvil en la estación terrestre; a cambio el costo de tiempo por transpondedor que paga el usuario se reduce. En la actualidad Intelsat tiene cuatro satélites funcionando en órbita inclinada. Dos veces al día estos satélites se desvían del ecuador hasta 4° de latitud.

Propagación de la señal.

El espectro de frecuencias asignado a los satélites abarca desde 1 GHz. a 30 GHz.

Ver cuadro 2.2

Cuadro 2.2 Espectro de frecuencias para transmisiones vía satélite

Banda	Transmisión Ascendente (GHz)	Transmisión Descendente (GHz)
L	1.6	1.4
C	6	4
X	8	7
Ku	14	12
Ka	30	20

Nota: La banda L es usada para estaciones móviles, la banda X para uso militar y las bandas C, Ku y Ka para estaciones fijas.

En el extremo inferior de este espectro de frecuencias la temperatura del ruido de la galaxia es alto y decrece conforme aumenta la frecuencia pero se incrementa la absorción de energía debido a los efectos atmosféricos.

Las pérdidas en la transmisión, sin tomar en cuenta las absorciones atmosféricas son del orden de 400 db. De los cuales 200 db son en transmisión ascendente y 200 db en transmisión descendente. Para contrarrestar las pérdidas de la trayectoria; la estación terrestre para transmisión ascendente debe ser de gran ganancia, el receptor del satélite debe tener bajo factor de ruido para no degradar la señal, el transmisor debe ser de gran potencia y las antenas deben tener la mayor ganancia posible.

Factores importantes en la transmisión vía satélite:

-Pérdidas de espacio libre. Estas son función de la altura del satélite, la distancia mínima es cuando el satélite se encuentra en el cenit del receptor y aumenta cuando el receptor se encuentra en el horizonte. Los tres casos típicos pueden verse en el cuadro 2.3.

Cuadro 2.3 Pérdidas de espacio libre

Frecuencia (GHz)	35 787 Km. (cenit)	39 000 Km. (medio)	41 679 Km. (horizonte)
4	195.6 db	196.3 db	196.9 db
6	199.0 db	199.8 db	201.9 db
11	204.4 db	205.1 db	205.7 db
12	205.1 db	205.8 db	206.4 db
14	206.5 db	207.2 db	207.9 db

-Atenuación debida a nubes y lluvia. Es conocida como atenuación por hidrómetros. Es mayor para las frecuencias altas (banda Ka)

-Atenuación atmosférica. Se debe a la absorción de energía de microondas del oxígeno y el vapor de agua. Afecta principalmente las frecuencias de 22 a 183 GHz.

-Pérdidas por efecto de rotación de Faraday. Se produce una atenuación de la señal cuando atraviesa por la ionosfera debido al campo magnético de la Tierra.

-Pérdidas por centelleo. Son el resultado del paso de la señal por las capas atmosféricas ionizadas que se encuentran a una altura entre 80 y 450 Km. sobre la Tierra y varía

conforme a la hora del día y la zona del planeta. Estas pueden alcanzar valores de hasta 10 db.

-Interferencias de los canales. Son el resultado de las interferencias de canales contiguos.

-Interferencias de transmisiones terrestres. Son producidas cuando el ángulo de la antena parabólica esta próximo al horizonte.

Un buen sistema de recepción debe tomar en cuenta todas las pérdidas y la antena parabólica se debe colocar en una zona lo más despejada posible.

La difusión directa por satélite utiliza polarización circular para duplicar la capacidad de los canales, asignando dos señales a una misma frecuencia con diferente polarización (Vertical y Horizontal). Además se reduce la interferencia del canal contiguo si son polarizaciones contrarias; esta medida es muy importante debido al número limitado que se tiene de satélites en órbita geostacionaria y a la estrecha separación que existe entre ellos de sólo dos grados de arco.

Pérdidas del servicio debido a un eclipse

El eclipse se produce cuando el Sol, la Tierra y el satélite se encuentran en línea recta. Esto ocasiona que se interrumpa la energía que proporcionan las celdas solares, cuando esto sucede se conecta un grupo de baterías de reserva que normalmente son de tipo Ni-Cd recargables. Este fenómeno se produce dos veces al año del 28 de febrero al 13 de abril y del 1 de agosto al 15 de octubre. Durante casi todo este tiempo el efecto dura varios minutos llegando a un máximo de 72 durante los equinoccios de primavera y de otoño.

Además de los eclipses existen otros fenómenos indeseables. Cuando el Sol se alinea con el satélite en el haz de la antena receptora, se produce un incremento del ruido Solar, lo que

degrada la señal. Esto ocurre durante 5 días consecutivos al año por un periodo de 10 minutos. Otro fenómeno es el eclipse de Luna, que sucede con poca frecuencia; el próximo eclipse de Luna tendrá lugar en 1999 y durará 51 minutos.

En las transmisiones por satélite el ruido eléctrico es otro factor que afecta nuestra señal de información. Es ocasionado por distintas fuentes, por ejemplo, las señales de interferencia producidas por satélites contiguos. Este ruido se reduce e incluso se llega a eliminar asegurándose que las antenas parabólicas terrestres de transmisión y recepción se encuentren alineadas exactamente a la antena del satélite. Otras fuentes de ruido son ocasionadas por las transmisiones terrestres y el ruido eléctrico que se emana de la Tierra. Cuando mayor es el ángulo de elevación de la antena, menor es el riesgo de interferencia terrestre. La temperatura del ruido de la antena está en relación inversa con el ángulo de elevación. En los ángulos de 90° a 30° la temperatura de ruido permanece casi sin variación, después hay un incremento del ruido en forma exponencial; de manera que a los 10° es muy difícil la recepción del satélite. El ruido térmico ocasionado por el movimiento de los electrones de los componentes eléctricos puede ser reducido pero no eliminado.

El subsistema de comunicación.

El subsistema de comunicación está compuesto básicamente por la antena de recepción que recibe la señal de la estación terrestre, un receptor de banda ancha, un multiplexor de entrada, un convertidor de frecuencias y un amplificador de potencia. Ver fig. 2.4

ESQUEMA DEL SUBSISTEMA DE COMUNICACION DEL SATELITE

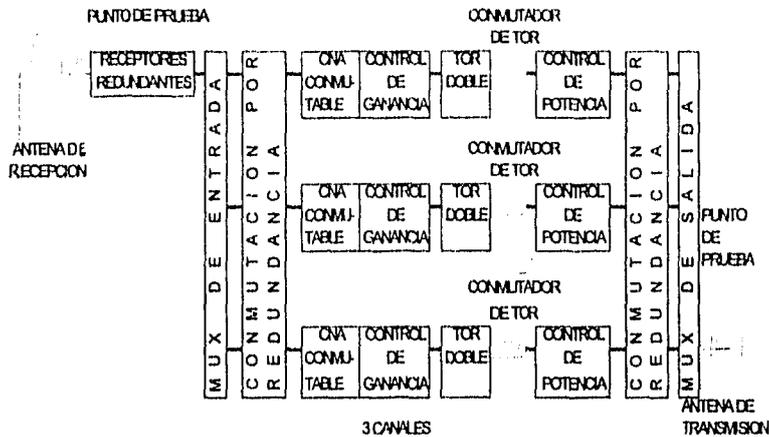


Fig. 2.4 Subsistema de comunicación

El número de transpondedores de los satélites recientes es de 40 y la potencia de salida ha pasado de 9W en los primeros satélites a 100 W en los actuales.

Convertidor de potencia electrónica

Su función es transformar el voltaje de c.c. de las celdas solares en el voltaje necesario para alimentar el tubo generador de ondas de radiofrecuencia (TOR). El convertidor de potencia electrónica es de tipo conmutado , transforma el voltaje de c.c. a c.a. que es amplificado y posteriormente rectificado para obtener el alto voltaje de c.c. necesario para el TOR. Las estaciones de telemetría y control por medio del convertidor de potencia electrónica conmutan los TOR de modo no operativo y operativo, sin generar perturbaciones transitorias.

Ver fig. 2.5

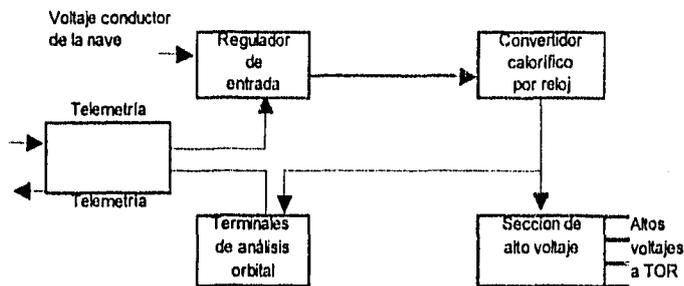


Fig. 2.5 Convertidor de potencia

El Klistron

El klistron es el encargado de generar la potencia de radiofrecuencia en las estaciones terrestres para la transmisión ascendente. En algunas ocasiones se utiliza el tubo termiónico de alto vacío de rejilla polarizada para las transmisiones en VHF y UHF presentándose problemas de efecto de capacitancia y tiempo de tránsito. El klistron es un tubo de velocidad modulada inmune a los problemas anteriores, su único defecto es la baja eficiencia. Su mayor aplicación es en las transmisiones de televisión UHF en donde genera hasta 70 KW para las bandas C. Los klistones se utilizan en casi todas las estaciones terrestres de banda C, y en algunas de banda Ku. En 1990 se introdujo el modelo TH 2456 de 14 GHz., con potencia de salida mínima de 3KW en saturación. Hay klistones de 6 y 8 canales.

El TOR (Tubo generador de Ondas de Radiofrecuencia)

Es el encargado de generar la potencia de radiofrecuencia para transmisión descendente, su potencia es menor que la del klistron pero tiene un mayor ancho de banda. El TOR es uno de los elementos más pesados en el satélite; su cantidad varia dependiendo del número de transpondedores. El TOR es un tubo térmico con cátodo caliente por lo que tiene un mecanismo de desgaste, su vida promedio es de 10 años, en la actualidad se realizan investigaciones para mejorar su funcionamiento. Los nuevos TOR tienen una vida de 17 años. El cuadro 2.4 nos muestra algunos tipos de Klistones y TOR

Cuadro 2.4 Ejemplos de tubos de radiofrecuencia

Tipo de tubo	Frecuencia (GHz)	Potencia (W)	Eficiencia (%)
TOR de potencia media para satélites			
TH3781	10.75-12.75	40-60	60
TH3779	10.75-12.75	50	51
TH3556	11.70-12.20	20	42
TOR de gran potencia para satélites			
TH3579	11.75-12.50	100-150	50
TH3619	11.75-12.50	200-230	50
TH3754	10.70-12.75	70-130	60
Klistones para estaciones terrestres			
TH2449	5.86-6.45	3 k	38
TH2450	5.85-6.45	3.35 k	38
TH2461	7.9-8.4	1.64 k	38

Cálculo de ganancia de un sistema de radiodifusión via satélite.

La potencia de salida efectiva de un repetidor es el producto de la potencia de salida multiplicada por la ganancia de la antena de transmisión que se expresa con la relación de la antena de espacio libre, es decir isotrópico. La potencia de salida se expresa como la potencia radiada isotrópica efectiva, PRIE

$$PRIE = W_{TR} \times G_T$$

PRIE Potencia radiada isotrópica efectiva
W_{TR} Potencia de salida a potencia saturada del repetidor
G_T Ganancia de la antena transmisora en db

La señal recibida en el receptor del satélite se define por la ecuación:

$$P(\text{eff}) = PRIE - (F_{si} + A) - G_r$$

P(eff) Potencia de la portadora recibida en el receptor del satélite en W
F_{si} Pérdida en el espacio libre en db
A Pérdida debida a el desvanecimiento de la señal
G_r Ganancia de la antena receptora en db

Estaciones terrestres

La recepción puede considerarse como la imagen de un espejo, desde la antena parabólica hasta la estación terrestre que está formada por el amplificador de nivel bajo de ruido (LNA), el convertidor de RF a IF, el procesador de banda base y la interconexión de salida. Un parámetro fundamental en las estaciones terrestres es el coeficiente de calidad (G/T), que es la relación de la ganancia del sistema a la temperatura de ruido.

El sistema de recepción de la estación terrestre tiene que proporcionar el proceso de señales que permitirá que las señales de banda base recuperadas tengan una portadora específica para el servicio que el sistema del satélite tenga que realizar. Dos características importantes de las estaciones terrestres son el amplificador de potencia y la antena parabólica. La antena debe tener una alta ganancia en dirección de avance. Las respuestas del lóbulo lateral debe ser lo más bajo posible para evitar interferencias. La antena parabólica debe mantener su rendimiento bajo todas las condiciones ambientales y su exactitud debe mantenerse en los límites especificados de una fracción de grado en elevación y azimut.

El diseño de las estaciones terrestres ha progresado en los últimos años. Además de las estaciones terrestres fijas hay terminales de abertura muy pequeña, estaciones terrestres transportables de conexiones portátiles ligeras con antenas parabólicas de hasta 1.8 m. En los próximos años se prevé mejoras en las estaciones terrestres de tipo híbrido con capacidad para bandas C, Ku y Ka para evitar que se dupliquen los costos de inversión.

III SISTEMAS DE TRANSMISION DE TELEVISION

Generalidades

La televisión es un conjunto de técnicas empleadas para la transmisión simultánea de imágenes y sonido.

Por medio de una cámara se convierte la energía luminosa de una escena en una señal electrónica. Esta señal también se puede obtener de máquinas de telecine, videograbadoras o analizadores de transparencias. Al mismo tiempo el sonido asociado a la escena es recogido por un micrófono y es transformado en señal electrónica, la cual es enviada junto con la señal de video a la estación de transmisión. Las señales de video y sonido son moduladas con diferentes portadoras y transmitidas por microondas, vía satélite o por cable, el receptor de televisión demodula la señal y separa los componentes de video y sonido. La señal de video pasa por un tubo de rayas catódicas para reproducir la imagen y la señal de sonido es enviada a una bocina.

El primer descubrimiento científico de un largo proceso para lograr la comunicación por televisión fue en 1817 cuando el químico sueco Jacob Berzelius descubrió las propiedades del selenio, elemento cuya conductividad eléctrica aumenta con la luz que recibe. Otros científicos que contribuyeron al logro de la televisión fueron el ingeniero norteamericano de origen ruso Vladimir Kosma (1889), el británico Logie Baird (1888 - 1946) y el alemán Paul Von Nipkow con su disco explorador. Los orificios del disco perforado permitían que la luz reflejada de una pantalla chocase con un fototubo, donde se generaba un flujo de corriente en proporción con la cantidad de luz que caía sobre el mismo.

Una vez descubierta la posibilidad de transmisión de imágenes en movimiento gracias a su descomposición en puntos luminosos que se transmiten en impulsos eléctricos, Zworykyn logró la recomposición de la imagen mediante el iconoscopio, un tubo electrónico en el que un haz de electrones bombardea una pantalla fluorescente.

En 1925 el inventor británico John Logie Baird logró por primera vez trasladar la imagen de una habitación a otra contigua, sin embargo sus esfuerzos se vieron finalmente condenados al fracaso debido a su incapacidad para probar otros sistemas. El esfuerzo de investigación y desarrollo realizado por Marconi EMI fue inmenso pero también quedó rezagado por las investigaciones realizadas por compañías norteamericanas.

Las primeras radiodifusiones de televisión fueron en 1939 desde la BBC usando el sistema EMI. En el mismo año se efectuaron transmisiones desde la feria mundial de Nueva York

Principio de las imágenes

El ojo percibe simultáneamente gran cantidad de datos visuales, por el hecho de poseer millones de canales de comunicación que actúan en paralelo. La retina, procesa parcialmente los impulsos eléctricos generados por los millones de sensores oculares, que el cerebro perfecciona dando lugar a la experiencia de la visión. El conjunto de detalles que forman la imagen visual consta de dos componentes básicos: la detección de la luz (luminancia) y detección del color (crominancia). Hay, un tercer elemento denominado perspectiva, que da la impresión de profundidad de la imagen.

La información de cada elemento de la imagen se envía según una sucesión temporal, esto es posible gracias a un proceso de análisis de cada uno de los elementos de la imagen y síntesis debido a la propiedad del ojo (persistencia de las imágenes en la retina). El tiempo de persistencia es de 0.1 segundos. Si el intervalo de tiempo que transcurre entre el análisis de una escena y la siguiente es más corto, el ojo percibe la imagen completa en su conjunto. La exploración de la escena tiene una frecuencia de 25 a 30 veces por segundo (frecuencia de cuadro).

Una resolución suficiente se tiene con 100 000 detalles elementales, y un sistema de transmisión de televisión es capaz de transmitir 2 500 000 o 3 000 000 detalles por segundo. La resolución del ojo humano es superior puesto que la retina esta constituida por conos y

bastoncillos con 500 000 fibrillas independientes a cada uno de los cuales está asociado un racimo de elementos de visión. El empleo de un solo canal permite la simplificación de transmisión de la señal correspondiente a la imagen.

Si las fotografías fijas se presentan una tras otra a una velocidad mayor a 16 por segundo, se crea una ilusión de imágenes en movimiento por lo que un sistema de televisión debe tener como mínimo esta velocidad.

Principios de sonido

Las ondas sonoras son ondas mecánicas longitudinales que se pueden propagar en sólidos, líquidos y gases. Las partículas materiales que transmiten tales ondas oscilan en la dirección de propagación de la misma onda. Hay una gran variedad de frecuencia dentro de las cuales se pueden generar ondas sonoras. Las ondas están restringidas a los límites de frecuencias que pueden estimular el oído y el cerebro humano dando la sensación de sonido. Estos límites son de 20 Hz a 20 KHz y constituyen los límites audibles. Las ondas con frecuencias menores de 20 Hz se llaman ondas infrasonicas, y las de frecuencias mayores a 20 KHz se denominan ultrasónicas.

El sonido si no es obstruido se propaga en todas direcciones a partir de una fuente sonora.

Principios básicos de televisión.

La imagen se produce mediante un tubo de la cámara de televisión. En esta válvula el sistema óptico genera una imagen enfocada sobre un fotocátodo que produce una imagen cargada eléctricamente sobre otra superficie que se conoce como mosaico. Todos los puntos de la superficie del mosaico adquieren carga eléctrica positiva proporcional a la brillantez de la imagen. Así, en lugar de imagen de luz obtenemos imágenes de cargas.

Para producir una imagen, inicialmente se posiciona el punto de luz en la esquina superior izquierda de la pantalla, vista desde el frente. Entonces se mueve rápidamente a lo ancho de la pantalla por las fuerzas de deflexión horizontal. Cuando se alcanza el final de la primera línea, el punto se regresa al lado izquierdo de la pantalla, posicionándose abajo del punto inicial de la primera línea. A este regreso se le llama **fly-back**. Ahora se traza una segunda línea gracias a la fuerza de deflexión horizontal y nuevamente se efectúa el retorno. El posicionamiento del punto de luz al principio de cada línea, abajo de la línea anterior, se logra por la fuerza de deflexión vertical. Este proceso se repite hasta que el punto de luz llega a la esquina inferior derecha de la pantalla, formando una imagen completa. Ver fig. 3.1

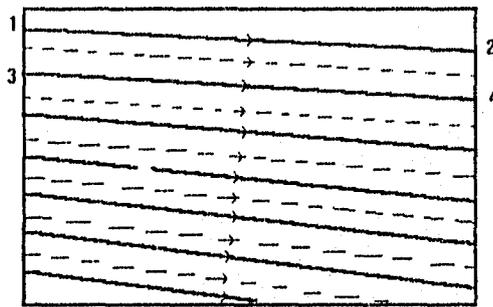


fig. 3.1 Barrido entrelazado

El haz se controla mediante voltajes en las placas de deflexión horizontal y vertical. A estas placas se aplican señales periódicas de diente de sierra

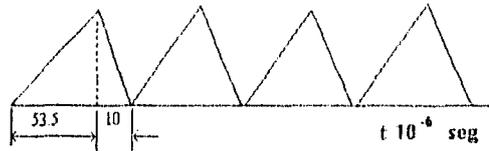


fig. 3.2 Señal de deflexión horizontal

El haz barre la línea horizontal (1-2) en $53.5\mu\text{s}$ y regresa rápidamente al punto de la izquierda (2-3) en $10\mu\text{s}$ y barre la siguiente línea horizontal. Ver fig. 3.2 todas las líneas horizontales son recorridas en $31.42\mu\text{s}$. Ahora se regresa el punto de luz a la esquina superior izquierda de la pantalla, para barrer una segunda imagen. Ver fig. 3.3

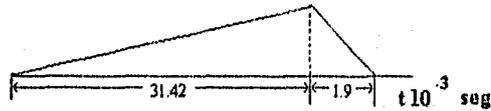


fig. 3.3 Señal de deflexión vertical

La imagen se puede considerar como un mosaico subdividido en cuadros pequeños llamados elementos, entre mayor sea el número de elementos en una imagen la reproducción será más nítida. Ver fig. 3.4

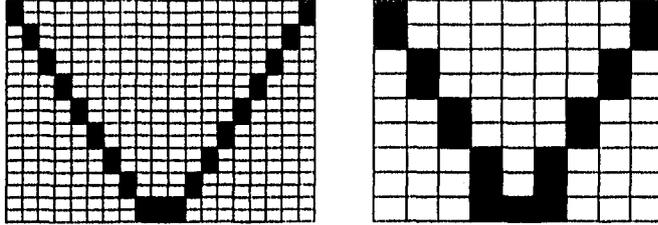


fig. 3.4 Número de elementos de imagen

El número de línea usado ha variado de acuerdo a los formatos usados por varios países. Han sido usados de 405, 525, 625, y 819 líneas.

Cuando se crearon las normas para la televisión en blanco y negro se estandarizó la relación entre el ancho y la altura de la imagen a la del cine (4 : 3), llamada **formato visual** y difiere del formato eléctrico en términos del número de líneas, ya que no todas son usadas para transmitir información visual, algunas son usadas para transmitir señales de sincronía.

Asimismo decidieron utilizar una velocidad de 50 imágenes por segundo para Europa y 60 para Norteamérica que es la misma frecuencia de la corriente alterna suministrada, para evitar las barras de zumbido que aparecen en la pantalla.

Con el fin de reducir el ancho de banda de la señal de visión se usa una técnica llamada **barrido entrelazado** cada imagen se divide en dos campos, que son barridos y transmitidos uno tras otro. Después se reensamblan en el receptor de TV de esta manera en los sistemas de 60 cuadros por segundo solamente se transmiten 30 imágenes completas por segundo, con lo que se reduce en ancho de banda a la mitad y el número de transmisoras de TV puede aumentar el doble.

El barrido entrelazado de los dos cuadros que forman cada imagen completa, se consigue barriendo líneas alternadas con el punto de luz en el tubo de la pantalla de TV. Después que un campo de líneas alternas ha sido barrido, el punto regresa para llenar los espacios entre esas líneas y así barre el segundo campo.

En el receptor de televisión, un cañón electrónico con placas de deflexión horizontal y vertical, genera un haz que barre la pantalla en sincronización con el barrido del transmisor. Cuando el haz regresa horizontalmente, deja un trazo indeseable sobre la pantalla, para evitar esto se agregan pulsos de bloqueo horizontal. De forma similar se agregan pulsos de bloqueo vertical. Estos pulsos de bloqueo se agregan en el transmisor, el haz de electrones que barre la pantalla del receptor debe estar exactamente en la misma posición que el haz de electrones que hace el barrido en el transmisor; esto se logra con pulsos de sincronización. Se usan pulsos de sincronización de línea y de cuadro. Estos pulsos son separados de la señal de la imagen (señal de visión), y se usan para activar circuitos de base de tiempo de línea y de cuadro, que suministran la corriente para que las bobinas deflectoras posicionen el punto de luz en la pantalla

La combinación de la señal de imagen y los pulsos de sincronización es llamada señal de video. Ver (fig. 3.5). Los pulsos de sincronización de línea son pulsos cortos, mientras que los pulsos de sincronización de campo son una serie de pulsos anchos. La amplitud de la señal de video es de 1V (pico a pico), la amplitud entre la señal entre el blanco y el negro es de 0.7V.

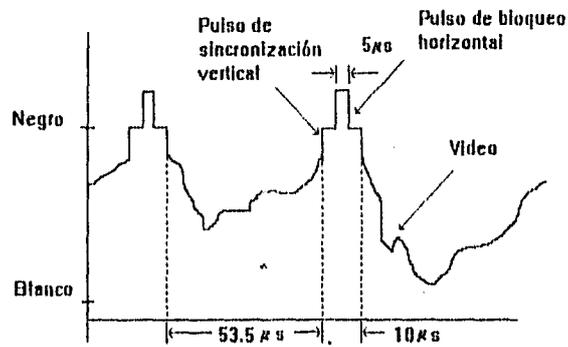


fig. 3.5 Señal de video de televisión

Para transmitir una señal de televisión, la señal de video es modulada en amplitud y transmitida junto con la señal de audio modulada en frecuencia. Ver (fig. 3.6)

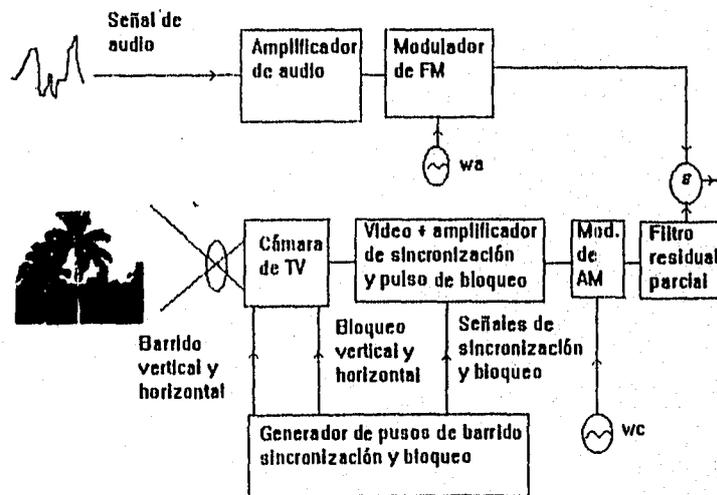


fig. 3.6 Transmisor de televisión

Televisión a color

Cuando se creó la televisión a color se buscó un sistema que fuera compatible con los receptores monocromáticos existentes. Esto se logró con una señal compatible que produce la cámara de televisión en 2 partes, una parte luminosa que contiene la información de brillantes similar a la descrita en el sistema monocromático, y una parte cromática que contiene la información de color. Los receptores monocromáticos usan únicamente la parte luminosa, los receptores a color usan ambas partes, luminosa y cromática.

Todos los colores se pueden formar con la combinación de tres colores primarios (azul, amarillo y rojo). En la televisión se usa el azul, el rojo y el verde en el lugar del amarillo por la disponibilidad de las sustancias fosfóricas que brillan cuando son excitados por un haz electrónico

En las cámaras de color el sistema óptico resuelve la imagen en tres imágenes con los colores primarios, un juego de tres tubos produce tres señales de video $m_r(t)$ para el rojo, $m_g(t)$ para el verde y $m_b(t)$ para el azul. No se pueden usar estas tres imágenes para transmitir la señal a color por que tendría que aumentar el ancho de banda, lo que se hace es un matizado de la señal mediante tres señales independientes ($m_V(t)$, $m_I(t)$ y $m_Q(t)$) las cuales son combinaciones de $m_r(t)$, $m_g(t)$ y $m_b(t)$

$$m_V(t) = 0.30 m_r(t) + 0.59 m_g(t) + 0.11 m_b(t)$$

$$m_I(t) = 0.60 m_r(t) - 0.26 m_g(t) - 0.32 m_b(t)$$

$$m_Q(t) = 0.21 m_r(t) - 0.52 m_g(t) + 0.31 m_b(t)$$

$m_V(t)$, es siempre una señal positiva, mientras que $m_I(t)$ y $m_Q(t)$ son bipolares.

La señal $m_V(t)$, se conoce como señal de luminancia ya que se ha encontrado que esta combinación de los tres colores primarios es casi igual a la señal de luminancia de la señal

de video monocromática, por lo que un receptor en blanco y negro solo necesita esta señal para su operación. Las señales $m_r(t)$ y $m_b(t)$ se conocen como señal de crominancia

Tubo de rayos catódicos

La conversión de la señal eléctrica en energía luminosa se consigue con el tubo de rayos catódicos. El tubo consiste en un una envoltente de vidrio al vacío. En el final del tubo se coloca un cátodo que es calentado para producir electrones. El cañón de electrones se asocia al cátodo y sirve para disparar los electrones. Bajo la influencia de un dispositivo de ánodos, el haz es movido en dirección horizontal y vertical por los efectos de campos magnéticos producidos por bobinas deflectoras. La superficie interior de la pantalla está revestida con materia fluorescente emisor de luz. Ver fig. 3.7

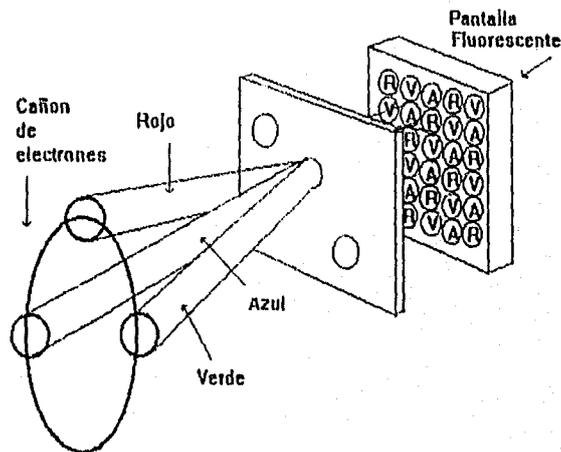


fig. 3.7 Tubo de rayos catódicos

Ancho de banda

El número de líneas horizontales usado en Estados Unidos es 525 de los cuales 495 son activas y se transmiten a una velocidad de 30 cuadros por segundo. El patrón de barrido es

de 247.5 líneas para cada uno de los dos campos; las líneas del segundo cuadro se entrelazan con líneas del primero para constituir una imagen completa. La cantidad de información que tenemos es de $525 \times 525 \times 30 = 8.27 \times 10^6$ pulsos de información por segundo. La señal de video es modulada en amplitud y el ancho de banda requerido como se vio en el teorema de muestreo es de la mitad del número de pulsos por lo que requerimos un ancho de banda de 4.13 MHz. La FCC (Comisión Federal de Comunicaciones de EEUU) autorizó un ancho de banda de 6 MHz para cada canal de televisión. El cuadro 3.1 nos muestra las frecuencias asignadas a cada canal para transmisiones en VHF y UHF. En la fig. 3.8 podemos ver el ancho de banda correspondiente al canal 2 que es de 54 a 60 MHz.

Cuadro 3.1 Bandas de frecuencia

Canal	banda VHF MHz	Canal	banda VHF MHz	Canal	banda UHF MHz
2	54	7	174	14	470
3	60	8	180	24	530
4	66	9	186	34	590
espacio 4 MHz ...		10	192	44	450
5	76	11	198	54	710
6	82	12	204	64	770
		13	210	69	800

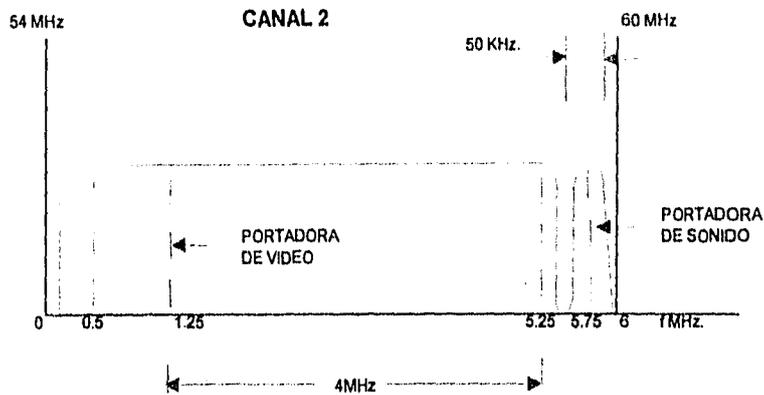


fig. 3.8

Normas internacionales de televisión.

Desde la creación de la televisión a color, se han establecido normas técnicas que primeramente estuvieron determinadas por la frecuencia del suministro eléctrico y posteriormente surgieron otras diferencias; por lo cual no tenemos una norma internacional única. Esto significa que un receptor de televisión fabricado en Estados Unidos no funcionara en Europa, un sistema de Gran Bretaña no funciona en Francia, y así sucesivamente

Sistema NTSC (National Television System Committee)

El sistema NTSC o NTSC 3.58 fue utilizado por primera vez en 1954 en Estados Unidos y posteriormente adoptado por Canadá, Japón y México. La amplitud y la Fase de la señal

(R-Y y B-Y) modulan una portadora suprimida de frecuencia 3.58 MHz. El ancho de banda de la señal es normalmente de 4.5 MHz. Este sistema tiene las siguientes desventajas: errores de tonalidad, brillo y saturación.

Sistema NTSC modificado o NTSC 4.43

Usado por Sony para reproductores de videocasetes estándares, aunque reproduce 60 campos de 525 líneas, La subportadora cambia a 4.43 MHz. Esto permite que la señal se reproduzca en monitor PAL con base de tiempo de cierre libre y desconexión del conmutador en color

Sistema PAL (Phase Alternation Line) Línea con Alteración de Fase.

Utilizado por primera vez en 1967. La amplitud y la Fase de la señal (R-Y y B-Y) modulan una portadora suprimida de frecuencia 4.43 MHz. El ancho de banda de la señal es de 5.5 MHz en Gran Bretaña y de 5 MHz en resto de Europa. R-Y se invierte en fase cada línea alterna. Una sola línea de retardo del decodificador permite establecer la medida del R-Y de dos líneas reduciendo el error de fase.

Sistemas PAL-M.

Es un sistema derivado del sistema PAL, con una subportadora de 3.58 MHz que permite su utilización en sistemas de 60 campos de 525 líneas con un ancho de banda de visión limitada como el sistema M y el sistema N de 50 campos de 625 líneas.

Sistema SECAM (Sequential Colour with Memory) Color Secuencial con Memoria

Utilizado por primera vez en 1967 R-Y y B-Y se envían por separado en líneas alternas y se utilizan para modular en fase una subportadora no suprimida de 4.43 MHz. La demora de una sola línea permite descifrar la información de la línea anterior con la línea actual. Este sistema tolera grandes errores de fase y es fácil de grabar. Tiene las desventajas de escasa compatibilidad con receptores monocromáticos. El sistema SECAM codificado no puede

mezclar imágenes utilizando técnicas convencionales porque la información a color no está disponible en todo momento, o bien la señal codificada debe decodificarse parcialmente en luminancia y crominancia mezclarse y después recodificarse.

Sistema SECAM Vertical.

Sistema usado Francia y Rusia. Utiliza una onda eléctrica truncada para regular la exploración, añadida a las señales de diferencia de color en las líneas de 7 a 15 y 320 a 328 para indicar la secuencia real de la siguiente información de crominancia. Los decodificadores para SECAM Vertical no son compatibles con los de SECAM Horizontal

Sistema SECAM Horizontal.

Es un sistema que omite la onda eléctrica para regular la exploración y utiliza una subportadora sostenida en el umbral posterior de cada línea para facilitar información secuencial. Los decodificadores son ligeramente más complicados. Este sistema tiene la ventaja de dejar el campo despejado para insertar las señales de prueba. Los decodificadores para SECAM Horizontal son compatibles con los de SECAM Vertical.

Conversiones de normas.

Cuando cada país producía sus propios programas no era importante la conversión de normas ya que lo que se intercambiaba eran películas de las normas de 35 mm. y 16 mm. en la actualidad debido al avance de las telecomunicaciones se han creado equipos con capacidad de conversiones de una norma a otra. Dichos convertidores de normas son muy costosos. Son necesarios por ejemplo para transformar imágenes NTSC de 60 campos en PAL o SECAM de 50 campos o viceversa. El cuadro 3.2 nos muestra las normas y los sistemas de transmisión usados por algunos países.

La transformación entre la norma PAL y SECAM es bastante más sencilla pues sólo requiere un transcodificador. A continuación se indican los problemas más comunes para la conversión de normas. En un sistema de televisión está formado por el formato de

iniciación y el formato de transmisión. Para el formato de origen son importantes de número de líneas, campos y frecuencia de la subportadora cromática, mientras que el resto de características de transmisión están relacionadas con los transmisores y los receptores de televisión.

Cuadro 3.2 Normas de televisión y sistemas de transmisión internacionales.

País	Norma	Sistema de transmisión
Alemania Occidental	PAL	B,G
Alemania Oriental	SECAM	B,G
Argelia	PAL	B
Argentina	PAL	N
Brasil	PAL	M
Corea	NTSC	M
Cuba	NTSC	M
El Salvador	NTSC	K
España	PAL	B,G
Estados Unidos	NTSC	M
Filipinas	NTSC	M
Francia	SECAM	L
Holanda	PAL	B,G
México	NTSC	M
Polonia	SECAM	D,K
Reino Unido	PAL	J
Túnez	SECAM	B
Venezuela	NTSC	N

Deficiencias de los sistemas PAL, SECAM Y NTSC

Los sistemas existentes en Norteamérica NTSC y en Europa PAL y SECAM tienen fallas de imagen en mayor o menor medida. En general los sistemas europeos tienen mejor calidad de imagen.

En los tres sistemas la información en color se envía con luminancia, teniendo como resultado luminancia cruzada y crominancia cruzada, cuando sucede esto las líneas en blanco y negro generan una molesta imagen en zigzag y hay un corrimiento del color de una parte de la imagen a otra.

Las normas NTSC a menudo presentan saturación de color en donde predomina el color rojo. Otros fallos comunes son el parpadeo interlineal y parpadeo a gran escala

Estas fallas se pueden eliminar con un sistema de alta definición presentado una imagen lo más nítida posible.

Sistemas de televisión de alta definición

La alta definición es relativa. En la década de los cincuenta un televisión de 405 líneas era considerado de alta definición y lo mismo sucedió cuando se introdujo el sistema de 625 líneas en Europa. Una mejor definición en televisión ha sido el objetivo de los organismos de radiodifusión en todo el mundo. Para una nitidez casi perfecta se requeriría una norma de 2270 líneas por segundo. Un sistema así requeriría un ancho de banda de 350 MHz, este es un objetivo poco realista, pues los sistemas actuales emplean un ancho de banda de 6 MHz.

En Estados Unidos se creó la norma NTSC, perfeccionando este método, Francia desarrolló el sistema SECAM y Alemania creó el sistema PAL. Estos sistemas no son compatibles entre sí, y al parecer lo mismo sucederá con la televisión de alta definición. Japón desarrolló la norma MUSE, en Europa se eligió la norma D-MAC y Estados Unidos usará su norma para televisión de alta definición aún no definida.

La tecnología de las telecomunicaciones ha tenido un gran avance en los últimos años sin embargo los formatos de transmisión de televisión no han tenido grandes cambios en los últimos 30 años. Uno de los principales problemas para mejorar la calidad de la imagen es que se requiere de un mayor ancho de banda, este problema se logró resolver con los satélites de comunicación, (los satélites de banda Ku soporta 40 MHz.) y con la videocompresión digital.

La calidad de la imagen se mejora incrementando los siguientes parámetros:

- El número de líneas por imagen.
- Velocidad de imagen.
- Relación entre alto y ancho de imagen.

La televisión de alta definición elimina defectos y deficiencias de los sistemas NTSC, SECAM y PAL. Una de las fallas es que los datos de luminancia y crominancia se envían juntos, presentándose la modulación cruzada, lo que ocasiona el corrimiento de los colores.

Los principales sistemas de televisión de alta definición son:

Sistema MUSE (Multiple Sub-Nyquist Sampling Ecoding)

Codificación de muestreo Sub-Nyquist Múltiple

MUSE fue creado por NHK un organismo de radiodifusión japonesa para sistemas de transmisión directa por satélite. En la actualidad también se usa para transmisiones terrestres, VCR y videodiscos.

El MUSE mejora la calidad utilizando técnicas de compresión de movimiento y principio de luminancia casi constante. Las características principales del sistema:

- | | |
|---|-------|
| -Número de líneas de exploración | 1 125 |
| -Relación de ancho y alto de la imagen | 5:3 |
| -Coeficiente de interferencia de líneas | 2:1 |

- Frecuencia de repetición de campo 30 MHz
- Ancho de banda de señal de luminancia (Y) 20 MHz
- Ancho de banda de señales de diferencia de color 7 MHz

El sistema MUSE se probó en la CBS de Estados Unidos, donde se comprobó su alta calidad de imagen; sin embargo presentó el problema de requerir un gran ancho de banda (30 MHz)

y de no ser compatible con los receptores NTSC existentes. El MUSE diseñado originalmente para transmisiones directas por satélite, ha desarrollado varios sistemas para transmisiones terrestres, por cable VCR, y videodiscos.

La NHK creó los sistemas MUSE 6 y MUSE 9 compatibles con sistemas NTSC, modificó la relación entre ancho y alto de la imagen a una relación de 16:9 ocultando la parte superior e inferior de los receptores NTSC. fig. 3.9

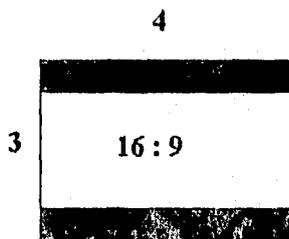


fig. 3.9 Expansión de el alto y ancho de la imagen método de enmascaramiento sistema MUSE

Sistema MAC

Sistema de componentes analógicos de transmisión simultánea.

El sistema MAC fue desarrollado por la Independent Broadcasting Authority en el Reino Unido. Está formado por B-MAC, C-MAC, D-MAC y D2-MAC. El principio básico de todos ellos, es que es un sistema de televisión a color que produce la imagen utilizando un punto que explora la pantalla.

El sistema MAC transmite tres tipos de datos

Tipo de datos	Duración
1.- Sonido y sincronización	10 μ s
2.- Diferencia de color	17,5 μ s
3.- Luminancia	35 μ s

El sistema MAC: emplea en secuencia temporal señales separadas por la diferencia de luminancia y color, no tiene subportadora. En este sistema el tiempo de la señal de luminancia y crominancia se comprimen antes de ser transmitidas. Y el tiempo ocupado por un periodo de línea convencional (64 μ s para sistema de 625 líneas) incluye componentes de diferencia de color. El sistema D-MAC se podrá usar en Europa después del año 2000. Sus principales características se muestran en el cuadro 3.3

Cuadro 3.3 Características del sistema D-MAC

Número de líneas por fotograma	625
Exploración entrelazada	2:1
Frecuencia Horizontal	15,625 KHz
Frecuencia Vertical	50 Hz
Sincronización	Digital
Ancho de banda de luminancia (sin comprimir)	5.75 MHz
Ancho de banda de crominancia (sin comprimir)	2.75 MHz
Compresión de crominancia	3:1
Relación ancho a alto de la imagen	4:3 o 16:9
Frecuencia de muestreo	20.25 MHz
Capacidad total de datos	3.08 Bits
Canales acústicos de alta calidad	8

Sistema de Televisión de Alta Definición en Estados Unidos.

En 1990 la Federal Communications Commission (FCC) solocitó propuestas para un sistema de televisión de alta definición con el requisito que debería ser compatible con el sistema NTSC existente. Inicialmente se tenían 20 propuestas. Algunas compañías se fusionaron, otras se retiraron y el número de propuestas se redujo a 5. Ver cuadro 3.4

Las pruebas que se toman en cuenta para elegir el sistema son:

- Funcionamiento en interferencias
- Susceptibilidad de trastornos
- Calidad de imagen
- Calidad de audio
- Información operativa (Potencia máxima Area de servicio)

Uno de los requisitos es que el sistema de televisión de alta definición se debe adaptar a las redes terrestre existentes; con un ancho de banda de 6 MHz, la transmisión será simultánea con el formato NTSC. La propuesta de Zenith Electronics y AT&T comprime la televisión de alta definición de un ancho de banda de 30 MHz a 6 MHz, adecuada para transmisiones en UHF y recepción con sistemas NTSC. Para los receptores de alta definición expande la información a 30 MHz.

Las principales diferencias entre los sistemas propuestos son: el número de líneas de exploración, progresiva o de interconexión. El sistema NTSC actual emplea 525 líneas por fotograma, 59.94 fotogramas por segundo (normalmente se dice 60) exploración entrelazada de 2:1, conocida como norma 525 / 60 / 2:1

Cuadro 3.4 Propuestas para el sistema de televisión de alta definición de EEUU.

Sistema propuesto	Propuesta por	Líneas / Hz	Exploración
TVCA: TV compatible avanzada	NBC/Philips/Tomson	525/59.94	1:1
MUSE estrecho	NKS (Japonesa)	1050/59.94	2:1
TVAD de espectro digital	AT&T y Zenith E.	787.5/59.94	1:1
TVAD digital avanzada	NBC/Philips/Tomson	1050/59.94	2:1
Sistema progresivo de TVAD	General Instrument y MIT	787.5/59.94	1:1

Nota: Es posible que el sistema elegido sea un sistema de alta definición digital

IV TRANSMISIONES DE TELEVISION VIA SATELITE

Tipos de transmisión

Existen dos tipos de servicios de transmisión de señales de televisión vía satélite.

- Televisión de antena colectiva por satélite
- Televisión directa por satélite

La diferencia fundamental entre los dos sistemas es el diseño de la estación terrestre receptora.

En los sistemas de televisión de antena colectiva, se recibe la señal de televisión del satélite y se retransmite a los hogares de los televidentes, normalmente mediante un sistema de cables. En este sistema se diseña profesionalmente la estación terrestre de recepción con equipo sofisticado comparados con los equipos domésticos y antenas parabólicas grandes, de 3 a 4m. de diámetro, que emplean la banda de frecuencia Ku.

En la difusión directa por satélite el costo del sistema receptor debe ser económico y de fácil instalación, la antena parabólica debe ser pequeña (de unos 90 cm.), por lo que este sistema no tiene comparación con los de antena colectiva, por esta razón la World Administrative Regulatory Committee (WARC) estableció normas para el servicio de Radiodifusión directa por satélite en la que destaca una mayor potencia de salida de los repetidores del satélite.

El receptor

Las condiciones que deben satisfacer al receptor son:

- Bajo Costo
- Calidad igual o mejor a la televisión convencional

- Refacciones fáciles de sustituir a precio moderado
- Compatibilidad con televisores existentes
- Protección contra interferencias
- Unidades pequeñas y de fácil manejo

Los elementos de un sistema de recepción directa de TV por satélite son:

La antena parabólica. Esta se coloca en casas o edificios en un lugar donde no haya objetos que afecten la recepción. La distancia entre la antena y el receptor debe ser lo más corta posible para reducir las pérdidas de cable coaxial de interconexión

La unidad externa, se encuentra físicamente en la antena parabólica y su función es transformar la frecuencia normalmente de 12 GHz a 1 GHz y enviarlos al receptor a través de un cable coaxial. Las señales son recibidas por la antena parabólica y reflejadas a un polarizador que transforma la polarización en lineal.

El receptor, que es del tamaño de una videocasetera, se coloca cerca del televisor y su función es sintonizar los canales de los satélites. Los receptores de TV del futuro tendrán capacidad para sintonizar transmisiones UHF terrestres y transmisiones por satélite en cualquiera de los formatos de televisión estándar.

Existen diferentes tipos de sistema de recepción, los hay sencillos de bajo costo, hasta profesionales con equipo motorizado con seguimiento de antena automática. El receptor de satélite más avanzado es el Echostar SR-8700 con capacidad para recibir más de 1500 canales y se pueden programar 200 canales; incluye gráficos en pantalla en 4 idiomas y sonido estéreo.

Antena Parabólica para recepción de televisión directa por satélite.

La ganancia de estas antenas es mucho menor que las de los sistemas de antena colectiva, por lo que los satélites utilizados para transmisión directa, deben tener repetidores mucho más potentes de alrededor de 240W.

La antena debe colocarse en un lugar que tenga una visión clara e ininterrumpida del satélite, para instalar la antena se requiere de una brújula y un inclinómetro para colocarla con el ángulo de elevación y el ángulo de inclinación adecuado. Estos varían dependiendo de la ubicación geográfica del lugar. Por ejemplo el ángulo de elevación en el sur de Inglaterra es de 28° mientras que en el norte de Escocia es de 20°. La antena debe colocarse con el ángulo de elevación y el ángulo de declinación indicado para no tener problemas de recepción.

$\text{ángulo de elevación} = \text{ángulo del eje polar} + \text{ángulo de declinación}$

ángulo del eje polar (latitud) y el ángulo de declinación se obtienen de mapas especializados.

Tipos de antenas parabólicas

Antena parabólica de avance central (antena con alimentación en punto focal). Ver fig. 4.1
Tiene una estructura superior a los otros tipos de antena. Su desventaja es que hay un bloqueo de la señal del satélite lo que ocasiona pérdidas. Este tipo de antenas es adecuado para estaciones grandes. En las antenas de tamaño medio (3m. a 4m.) se utiliza un enganche de tope para reducir el bloqueo.

ANTENA PARABOLICA DE AVANCE CENTRAL

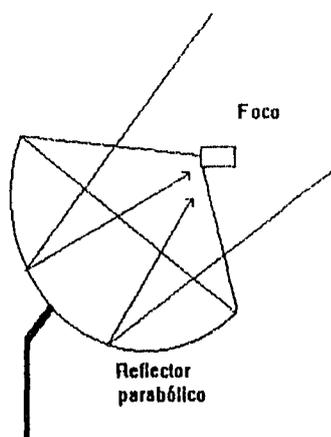


Fig. 4.1 Antena con Punto focal

Antena parabólica de avance descentrado (antena offset). Ver fig. 4.2

Es la popular para las transmisiones de televisión directa por satélite. Su construcción es de una sola pieza mediante estampado en prensa o vaciado en molde. Su superficie debe ser totalmente liza. Este tipo de antenas por tener el foco descentrado no tiene problemas de bloqueo de la señal.

ANTENA PARABOLICA DE AVANCE DESCENTRADO

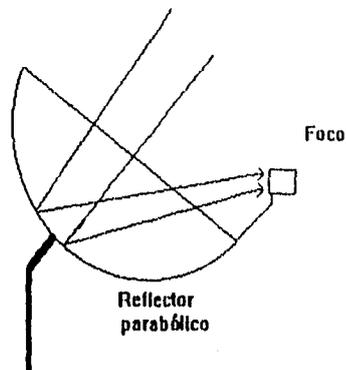


Fig. 4.2 Antena Offset

Antena parabólica de placa plana (antena cassegrain). Ver fig. 4.3

En este tipo de antenas el foco es un subreflector que refleja la señal a un avance primario. Las antenas son fáciles de instalar, no tienen bloqueo de avance y funcionan para todas las polarizaciones. Debido a su complejidad su costo es mayor que los otros tipos de antenas.

ANTENA PARABOLICA DE PLACA PLANA

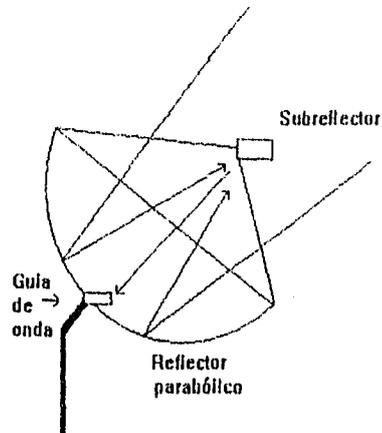


Fig. 4.3 Antena Cassegrain

Las antenas parabólicas colectivas deben tener mayor ganancia que las de uso doméstico. Uno de los principales fabricantes de este tipo de antenas es Orbitron. Los tamaños de estas antenas varían de 2.5 m. a 3.5 m. con ganancias de 46.6 db a 48.3 db.

El Amplificador de bajo ruido (LNA)

El LNA es un convertidor de frecuencia cuya función principal es tomar de la antena parabólica la potencia de entrada proveniente del satélite y transformarla a una potencia intermedia. El LNA recibe señales en banda C y banda Ku y las convierte en frecuencias de 950 a 1750 MHz; su ganancia es del orden de 45 a 50 db.

Transmisión de televisión directa por satélite.

La transmisión en directo por satélite, se ha logrado gracias a las estaciones terrestres portátiles de transmisión ascendente.

Los principales usos de las estaciones portátiles son las transmisiones de eventos deportivos, conferencias, eventos oficiales e informes bélicos.

La información es enviada al satélite directamente desde campo de acción como ocurrió durante la guerra del Golfo Pérsico

La Agencia de Noticias SIS (Servicios de información por satélite) cuenta con una estación terrestre portátil que coloca en 5 cajas del tamaño de una maleta y los transporta en vuelos regulares.

La estación terrestre está formada por una antena parabólica de 1.9m. con una ganancia de 42 db trabaja en banda Ku. El subsistema de transmisión está compuesto por un convertidor de IF a RF. La señal de RF se transforma de banda L a banda Ku a través del separador, hasta el generador de ondas de radiofrecuencia doble de 300 W que genera una potencia de salida efectiva de 23.7 dbw. Esta señal es transmitida a la antena parabólica a través de una guía de onda. El subsistema terrestre está compuesto por un modulador y demodulador de audio y video. Proporciona las interconexiones de las señales de audio y video y banda L. El excitador modulador acepta señales de televisión en cualquiera de los formatos estándar: PAL, SECAM, NTSC, y las transforma en señal de banda L para introducirse al sistema de transmisión. El subsistema de recepción está alojado en el montaje de la antena. Consta de un amplificador de bajo nivel de ruido de 1 db, además tiene un subsistema de prueba y control de audio y video, en donde se generan señales de texto, ecualización y conexiones de salida, así como módulos de repuesto.

La estación terrestre se monta fácilmente con una herramienta para el montaje, una brújula y un inclinómetro.

Los principales fabricantes de estaciones terrestres portátiles son:

-Advent Communications.

- Continental Microwave.
- CPS Communications.
- Dornier.
- Harris allied
- Multipoint Communications

Principales empresas de televisión que transmiten vía satélite

BBC World Service Television Limited

La programación de la BBC de Londres está basada principalmente en noticias aunque además transmite documentales y películas. Inicio sus servicios vía satélite en marzo de 1991 transmitiendo 18 hrs. diarias y 12 hrs. los fines de semana en idioma inglés a toda Europa, mediante suscripción. Para este servicio contrató los servicios del Intelsat IV. El usuario tuvo que adquirir un decodificador y pagar una cuota anual a la BBC para tener derecho a los servicios. En octubre de 1991 extendió sus servicios a 38 países asiáticos mediante el satélite AsiaSat 1 con dos haces de cobertura, una para el área meridional transmitiendo en formato PAL y otra para el área septentrional en formato NTSC por ser los formatos más usados en cada área. El PRUE cumple con los requerimientos mínimos para radiodifusión directa por satélite; tiene un máximo de 36 dbw y un mínimo de 28 dbw en los bordes externos, por esta razón las antenas parabólicas deben ser grandes, de 2.4m. en Hong Kong y de 6m. en Arabia Saudita que tiene la peor área de cobertura.

START-TV (Satellite Televisión Asia Región)

START-TV fue formada por un grupo empresarial de Hong Kong, su servicio es gratuito, los usuarios únicamente tienen que adquirir su equipo de recepción. Esta empresa contrato

10 repetidores del satélite AsiaStar1, que es un satélite de órbita geoestacionaria colocado a 105°E con 24 repetidores de 36 MHz cada uno.

El cuadro 4.1 nos muestra el tipo de transmisión de los 5 canales de la STAR-TV.

Cuadro 4.1 Transmisiones de la STAR-TV

Canal de	Frecuencia	Haz	Norma	Polarización
Deportes	3800 MHz	Norte	NTSC-M	Horizontal
	3860 MHz	Sur	PAL-B	Vertical
Música	3840 MHz	Norte	NTSC-M	Horizontal
	3900 MHz	Sur	PAL-B	Vertical
Noticias	3880 MHz	Norte	NTSC-M	Horizontal
	3940 MHz	Sur	PAL-B	Vertical
Mandarín	3920 MHz	Norte	NTSC-M	Horizontal
	3980 MHz	Sur	PAL-B	Vertical
Entretenimiento	3960 MHz	Norte	NTSC-M	Horizontal
	4020 MHz	Sur	PAL-B	Vertical
Haz meridional :	Norma de televisión PAL-B; 625 líneas, 25 fotogramas Ancho de banda de video max. 5 MHz			
Haz septentrional :	Norma de televisión NTSC-M 525 líneas, 30 fotogramas Ancho de banda de video max. 4.2 MHz			

CNC (Cable News Network)

CNC es una agencia de noticias estadounidense . Cuya casa matriz se encuentra en Atlanta Georgia desde donde recibe noticias vía satélite y las retransmite a todo el territorio de los Estados Unidos y 102 países más. Su programación se transmite las 24 horas del día, operando con una serie de satélites, mostrados en el siguiente cuadro 4.2.

Cuadro 4.2 Satélites usados por CNC

Satélite	Operador	Región
Intelsat IV F4	Comsat	Europa
Intelsat V F8	Comsat	Australia, Indonesia
Galaxy I		América del norte
PanAmSat	PanAmSat	América latina
Stationar 12	CEI	Oriente medio
Intelsat VA	AFRTS	Lejano Oriente
Satcom F2R	RCA	EEUU, Sur América

BRIGHSTAR

Es la agencia de noticias más antigua del mundo. Inicio en 1840 enviando mensajes con palomas mensajeras de Achen a París. Esta empresa como la mayoría de las agencias de noticias no tiene satélites propios. Para sus transmisiones a Europa Asia y América renta repetidores de los siguientes satélites: Gorizont Statsiar 4 (banda Ku), Eutelsat II (banda Ku), Intelsat K (banda Ku) y satélites Domsats (bandas C y Ku).

Acceso condicionado

La mayoría de las transmisiones de televisión por satélites, se hacen en forma ininteligible para televidentes no autorizados, por medio de sistema de codificación . Normalmente se codifica una parte de la señal y el resto se transmite en normalmente para captar nuevos abonados. El usuario necesita de un dispositivo para eliminar la codificación, conocido como decodificador.

El proceso de bloquear y desbloquear la señal se conoce como encriptación. Su objetivo es asegurar que se mantenga en secreto la codificación exacta. Esta debe ser lo bastante sofisticada para evitar recepciones piratas.

El sistema de encriptación puede transmitir la clave al cliente siempre y cuando tenga derecho al servicio. Existen varios tipos de codificación patentados. Los más utilizados son:

- Eurocrypt M.
- Eurocrypt S.
- VideoCrypt.

V TELEVISION POR SATELITE EN MEXICO

Antecedentes históricos

México junto con Chile y Panamá, fue de los primeros países de América Latina en ingresar a la organización internacional de Comunicaciones por Satélite, INTELSAT, en octubre de 1966. El 11 de diciembre de 1972 quedaron oficialmente aprobados los acuerdos relativos a la operación del sistema publicados en el Diario Oficial de la Federación. Con motivo de las XIX Olimpiadas celebradas en México en el año de 1968 se empezó a utilizar el satélite experimental ATS-3, propiedad de la NASA y rentado a INTELSAT. Al año siguiente, (1969) México estableció una conexión internacional permanente a través del satélite Intelsat III.

Para todos los países afiliados al Consorcio Internacional de satélites el monto asignado ha venido decreciendo debido al ingreso de nuevos miembros al organismo. En 1966 se pagaban 15000 dólares y en 1982 el costo disminuyó a 4200 dólares.

Como miembro del INTELSAT, México utilizó los satélites Intelsat IV-A y V ubicados sobre el Océano Atlántico.

El segmento terrestre de comunicaciones internacionales por satélite lo constituye la estación de Tulancingo ubicada en el estado de Hidalgo, con un predio de 40 km² posee características geográficas especiales; cercanía con la ciudad de México (a 130 km. al noroeste), enmarcada por una barrera natural que impide interferencias, alejada de cualquier fuente de ruidos electromagnéticos naturales o artificiales, con condiciones climatológicas favorables para una operación adecuada y situada en una zona asísmica.

La estación está formada por tres antenas terrenas. La Tulancingo I fue instalada en septiembre de 1968 por la empresa japonesa Mitsubishi, con 32 metros de diámetro y 330

toneladas de peso fue considerada en su momento como la más grande del mundo. La estructura de aluminio sustentada sobre una base de concreto de 1200 toneladas, se conectó con los satélites Intelsat III, IV y V. La antena Tulancingo II, la instaló la empresa norteamericana E-System en el año de 1980 y fue diseñada para enlaces con el satélite Intelsat V. Esta antena con un diámetro de 33 metros y un peso de 217 toneladas, cuenta con 22 canales de recepción y 4 de transmisión. Su sistema de control y monitoreo esta totalmente computarizado a diferencia de la primera cuyo control es a base de relevadores. La antena Tulancingo III opera desde el 12 de mayo de 1980 y estuvo conectada desde esta fecha hasta 1984 con los satélites Westar III y IV propiedad de Western Union utilizada exclusivamente para transmisiones del canal 2 de Televisa, desde México hacia Estados Unidos, dentro de la red UNIVISION. A partir de 1984 se conectó al satélite Galaxy I propiedad de la Hughes Aerospace Co, y del cual Televisa utilizó dos transpondedores.

La estación terrena de Tulancingo recibe señales originadas en la ciudad de México a través de equipos de radio enlace terrestres de microondas compuesto principalmente por dos estaciones terminales ubicadas una en la torre de telecomunicaciones y otra en Tulancingo.

Las transmisiones de televisión por satélite para uso nacional comenzaron en 1981 con el arrendamiento de tres transpondedores del satélite IV-A-F7, con un costo de 1 600 000 dólares anuales cada uno. En 1984 México utilizaba tres transpondedores del satélite Intelsat FV-F8. Uno de los transpondedores estaba utilizado por el canal 2 de Televisa, otro lo empleaba la televisión de la República Mexicana (TRM) y Petróleos Mexicanos, y el tercero tenía como usuarios al canal de televisión oficial 13, y el canal 7 de cablevisión.

Satélites de comunicación en México

En octubre de 1980 se anunció que el Presidente de la República había autorizado a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes proyectar a un sistema de satélites para uso

nacional. El nombre que se le daría al sistema de satélites de comunicaciones sería Ilhuicahua (Señor de los Cielos). Se anunció que el sistema estaría constituido por tres satélites, uno para uso permanente, otro de emergencia y el tercero permanecería en tierra de reserva. El costo del sistema sería de 230 millones de dólares.

En 1982 un grupo de veintidós especialistas, de los cuales ocho eran mexicanos y el resto franceses y norteamericanos, concluyeron el estudio y decidieron que la empresa constructora del sistema de satélites sería Hughes Communications International, celebrándose el convenio el día 4 de octubre del mismo año con la SCT. En esa ocasión se informó que la fabricación del satélite sería apoyada financieramente por la empresa Televisa; sin embargo el día 12 de diciembre de 1982 se aprueba una adición al artículo 18 de la Constitución Política Mexicana, en la que se declara que la comunicación vía satélite será función exclusiva del estado. En marzo de 1983 el proyecto Ilhuicahua cambia su nombre por el de Morelos.

Los servicios para la verificación de los procesos de manufactura fueron contratados con la empresa norteamericana Comsat General Corporation. El segmento terrestre de operación ésta constituido por el centro de control en Iztapalapa y la red nacional terrena compuesta por 231 estaciones, de las cuales 198 son para la banda C y 33 para la banda Ku.

Debido al auge que ha tenido la transmisión directa por satélite tan sólo en la ciudad de México existen por lo menos diez empresas dedicadas a la venta e instalación de antenas parabólicas domésticas; algunas de estas empresas son: Comercial ARSA; Diseños Electromagnéticos S.A.; Vitel, Progrmatic National S.A de C.V; Resalt, Satelfin, Sekure 2000, Telesat S.A, Videosalt, por enumerar algunas. En la actualidad México tiene una de la mayores concentraciones de antenas parabólicas de satélites per capita del mundo.

En la conferencia administrativa regional para la planificación de servicio de radiodifusión directa por satélite realizada en junio y julio de 1983 México obtuvo cuatro posiciones orbitales para difusión directa : 127° y 137° de longitud oeste con proyección de eclipse plena y capacidad de canales, la de 78° de longitud oeste sin proyección de eclipse y con plena capacidad de canales y la de 69° longitud oeste sin proyección de eclipse y con plena capacidad de canales.

El total de canales disponibles es de 112 de un ancho de banda de 24 MHz, suficiente para transmitir una señal de televisión en color con modificación compuesta modulada en frecuencia y dos subportadoras de sonido para transmisiones de televisión con sonido estereofónico. Las bandas que se atribuyen para el servicio de radiodifusión fueron de 12.2 a 12.7 GHz para enlace descendente y de 17.3 a 17.8 GHz para enlace ascendente.

México solicitó cuatro posiciones orbitales con posición de eclipse y 32 canales en cada una de ellas, según consta en las actas de la Conferencia Administrativa Regional, nuestro país está sujeto a los reglamentos vigentes en el seno de la Unión Internacional de Comunicaciones.

La escuela Nacional de Telecomunicaciones (ENTEL) es el único instituto gubernamental mexicano en donde se capacita a técnicos para la comunicación vía satélite.

Satélites Morelos

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes contrato a la empresa Hughes Communications International subsidiaria de la Hughes Aircraft Company para la adquisición del sistema Morelos, compuesto por dos satélites de comunicación, HS-376 con una vida útil de nueve años. El Morelos I cuyo lanzamiento se efectuó en junio de 1985 mediante el transbordador Discovery el cual ya caducado fue sustituido por el satélite Solidaridad I, y el Morelos II lanzado en noviembre de 1985 por medio del transbordador

Atlantis. Este satélite permaneció inerte por tres años desplazándose lentamente a su órbita definitiva por lo que su vida útil se prolongó por cuatro años (hasta 1998), debido al ahorro de combustible de propulsión .

Los transbordadores utilizados son propiedad de la NASA. Los módulos de asistencia que llevaron a los satélites a su órbita fueron fabricados por la Mac Donnell Douglas. Los seguros se contrataron con la empresa Inspace .

Los satélites Hughes modelo HS-376 son de forma cilíndrica, con un peso de 1240 Kg, 216 cm. de diámetro y una altura de 660 cm, su vida de operación es de aproximadamente 9 años. Una vez puesto en órbita el satélite tiene un peso de 666 kg. de los cuales 145 son de combustible (hidracina), su sistema de estabilización es por giro, tiene una capacidad de eclipse del 100 % y posiciones en órbita de 113.5° O y 116.5° O

Cada satélite cuenta en la banda C con 12 canales con polarización vertical de 36 MHz y 6 canales de polarización horizontal de 72 MHz, con un PRIE de 36 dbw. La banda de frecuencias para recepción es de 5.925 GHz a 6.425 GHz y para transmisión de 3.7 a 4.2 GHz.

En la banda Ku tiene 4 canales de 108 MHz con un PRIE de 44 dbw. La banda de frecuencias para recepción es de 14.0 GHz. a 14.5 GHz y para transmisión de 11.7 a 12.2 GHz.

Satélites Solidaridad

En mayo de 1991 la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, firmó el contrato con la empresa Hughes Aircraft Company, para la adquisición de dos satélites modelo HS-601, con el propósito de sustituir a los satélites Morelos. A estos satélites se les llamó

Solidaridad. Se acordó que la entrega sería en Noviembre de 1993, el Solidaridad I, y en febrero de 1994 el Solidaridad II

El satélite Solidaridad I fue lanzado desde Kourou en la Guayana Francesa con el vehículo de lanzamiento Ariane 44L que es un vehículo de la serie Ariane IV de cuatro motores de propulsión líquidos y capacidad para 4200 Kg.

Los satélites Hughes modelo HS-601 son de estabilidad traxial, tienen una vida útil de 14 años, un peso de despegue de 2900 Kg. una vez puesto en órbita el satélite tiene un peso de 1641 kg. Órbita asignada: 109,2° O y 113° O

Cada satélite cuenta en la banda C con 12 canales con polarización horizontal de 36 MHz y 6 canales de polarización vertical de 72 MHz. La banda de frecuencias para recepción es de 5.9 GHz. a 6.4 GHz y para transmisión de 3.7 a 4.2 GHz. Su uso es Transmisión de datos, TV, telefonía y facsímil.

En la banda Ku tiene 8 canales de 54 MHz con polarización vertical y 8 canales de 54 MHz con polarización horizontal. La banda de frecuencias para recepción es de 14.0 GHz. a 14.5 GHz y para transmisión de 11.7 a 12.2 GHz. Su uso es transmisión de datos, TV, telefonía y facsímil.

En la banda L tiene 1 canal de 15 MHz. La banda de frecuencias para recepción es de 4 subbandas de 1528-1559 MHz y para transmisión de 4 subbandas de 1629.5 a 1660.5. MHz. Su uso es comunicación móvil y telefonía rural.

El área cobertura de las tres bandas (C, Ku y L) abarca 6 regiones que, además del territorio nacional, cubre algunas ciudades de Estados Unidos, Santiago de Chile, Buenos

Aires, El Caribe, Centro América y Sur América. Principalmente: Colombia, Venezuela, Ecuador y Perú.

La estación de telemetría y control se encuentra en Iztapalapa D.F. y la de respaldo en Hermosillo Sonora.

La fig. 5.1 nos muestra los modelos se los satélites Hughes HS-601 y HS-376.

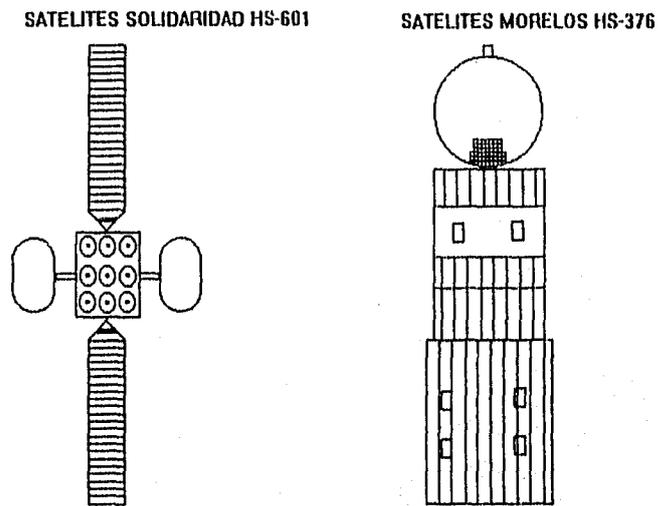


Fig. 5.1 Satélites Mexicanos

VI CONCLUSIONES

La televisión es un medio de comunicación de masas. Su principal función es el entretenimiento, la educación y mantener informados a los televidentes, además influye en su forma de pensar y en la toma de decisiones para la compra de artículos.

La televisión es de gran ayuda para la educación de cualquier país. La influencia que tiene entre las personas es enorme. Esta pueda ser positiva o negativa dependiendo de los intereses de quien controle la información.

La importancia de las transmisiones de televisión vía satélite es extraordinaria y continúa en aumento. En 1865 la noticia de la muerte de Abraham Lincoln, tardó doce días en llegar a Europa, en la actualidad gracias a las transmisiones vía satélite las noticias son instantáneas.

Las transmisiones de televisión por satélite pueden ser por dos métodos: Uno es con un sistema de recepción de antena parabólica comunitaria, en este caso la televisora tiene el control de los programas que recibe y sólo retransmite los que considera de interés, las retransmisiones pueden ser por UHF o por cable. El otro método es el de transmisión directa por satélite, en este caso la información es recibida directamente del satélite a los hogares de los televidentes sin ninguna clase de censura.

Los actuales sistemas de televisión NTSC, SECAM y PAL presentan deficiencias que se evitarán en el futuro con los sistemas de televisión de alta definición, las transmisiones serán en forma digital, los satélites de potencia media (45 W) están siendo substituidos por satélites con repetidores de mayor potencia (230 W). Esto permitirá una mejor calidad de la imagen y la reducción en el tamaño de las antenas parabólicas.

ESTE TEXTO NO DEBE SALIR DE LA BOBINA.

Las transmisiones de televisión por fibra óptica sustituirán a algunos sistemas por cable actuales, debido a la inmunidad a las interferencias electromagnéticas de la fibra óptica y a su gran ancho de banda.

GLOSARIO

Amplificador: Dispositivo que incrementa la amplitud de una señal.

Antena: Dispositivo que colecta o radia energía electromagnética

Apogeo: Altitud máxima del satélite

Azimut: Angulo de elevación entre el suelo y el haz central de la antena

Elevación: Angulo entre la tierra y la dirección de la antena

Eneripción: El proceso de codificar una señal

Estación terrestre: Unidad que transmite y recibe señales del satélite

Monocromático: Que tiene la naturaleza de un solo color, perteneciente a televisores blanco y negro

Multiplexión: Combinación de varias señales en una portadora

Polarización: Dirección de las ondas electromagnéticas

Portadora: Onda que sirve como vehículo para la transmisión de información

Pulso de borrado vertical: En una señal de vídeo es el pulso al final de cada campo que efectúa el borrado de retorno vertical

Pulso de borrado horizontal: En una señal de vídeo es el un pulso rectangular activado para obtener el borrado de retorno horizontal

Radiación solar: Emisión de energía y partículas emitidas por el sol

Rayos catódicos: Rayos que emanan de del cátodo de un tubo de vacío, operando con altos voltajes entre ánodo y cátodo, estos rayos hacen que ciertas substancias brillen al chocar contra ellas

Redundancia: Disposición doble

Repetidor: Dispositivo que retransmite la señal que recibe

Ruido: Señal eléctrica no deseada

Satélite: Estación en el espacio

Satélite geoestacionario: Satélite en una órbita que le permite estar en sincronía con la Tierra.

Telemetría: Procedimiento mediante el cual la medida de una magnitud se transmite a distancia.

Televisión: Conjunto de técnicas empleadas para transmisión simultánea de imágenes en movimiento acompañadas de sonido.

Temperatura de ruido: Cantidad de ruido en un sistema

Transmisión Ascendente: Trayectoria de comunicación de la estación terrestre al satélite

Transmisión Descendente: Trayectoria de comunicación de satélite a la estación terrestre

BIBLIOGRAFIA

- Introduction to satellite communications
D.I Dalglesish, EEE

- Introducción a los sistemas de telecomunicaciones
P.H: Smele, Trillas

- Sistemas de telecomunicación vía satélite
James Wood, Paraninfo

- Sistemas de comunicaciones
B.P. Lathi, Mc Graw Hill

- La televisión
Enciclopedia de grandes temas Salvat No. 14

- Modern Electronic Communication
Gary M. Miller, Prentice/Hall

- Enciclopedia (Hombre, Ciencia y Tecnología)
Editorial Británica

- Las actividades espaciales en México
Ruth Gall, Fondo de cultura económica

- Fundamentos de comunicación digital
Teledata Technology