



19  
2ij  
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN**

**"GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS DE  
TRANSMISION VIA SATELITE Y POSICIONAMIENTO  
DE LAS ANTENAS PARABOLICAS"**

**TRABAJO DE SEMINARIO  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
P R E S E N T A :  
LUIS MANUEL CASTRO CAMACHO**

**ASESOR:  
ING. JUAN GONZALEZ VEGA**

**CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO**

**1996**



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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



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

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



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

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

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautilán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario: Comunicaciones, Generalidades de los Sistemas de Transmisión Vía Satélite y Posicionamiento de las Antenas Parabólicas.

que presenta el pasante: Luis Manuel Castro Camacho  
 con número de cuenta: 8962200-5 para obtener el Título de:  
Ingeniero Mecánico Eléctrico

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 15 de Febrero de 1996

MODULO:	PROFESOR:	FIRMA:
Trans. <u>Inf. Vía Satélite</u>	Ing. Juan González Vega	
Trans. <u>Inf. Fibra Optica</u>	Ing. Fco. Tellitud López	
Trans. <u>Inf. Vía Satélite</u>	Ing. Joel Sanchez Pérez	

DEP/YOBOSEN

**C**uando alguien llega a alguna instancia significativa en la vida, siempre es bueno hacer un alto y preguntarse que es lo que se hizo bien, que es lo que se hizo mal y planear el futuro. Hoy, afortunadamente, estoy llegando a esa instancia y estoy pensando cual ha sido la ruta de mi vida. Veintisiete años han pasado desde el día de mi nacimiento y estoy a punto de obtener el título de Ingeniero.

Cuando pensaba, años atrás en ese momento, se me hacía tan lejano que ahora, que estoy tan cerca, me siento muy nervioso. Pero no son nervios de incertidumbre, ni de flaqueza, sino de compromiso. Compromiso con todas aquellas personas que me han dado la mano durante toda mi vida para poder llegar hasta aquí. Espero que sientan que ha valido la pena darle la mano a un servidor. Hoy quiero agradecer a todos y cada uno de ustedes su presencia en mi vida.

***A Divina Camacho.***

**Mi Madre, no por haberme dado a luz, sino  
Porque ha cumplido de una manera extraordinaria ese papel**

**Porque en lugar de desentenderse, se preocupó.**

**Porque en lugar de dormir, se desveló.**

**Porque en lugar de consentir, guió.**

**Porque me ha enseñado el valor del respeto y del amor.**

**A ti que siempre ha estado junto a mi, Gracias**

**Te quiero**

**A Raquel Robles**

**Mi Abuela, la imagen del cariño y de mis  
mejores recuerdos de Acapulco.**

**Te recuerdo muchísimo.**

**Gracias.**

**A Kipi**

**La dama que me cuidó en mi niñez y me traía mis chocolates.**

**Gracias.**

**A Erika Castro**

**Mi hermana y compañera de infancia.**

**Gracias.**

**A Héctor y Ofelia Camacho**

**A Luz Ma. Ramírez**

**A Jose Luis Rueda**

**Mis tíos, quienes siempre han estado ahí,**

**con una palabra, con un consejo.**

**Gracias.**

**A Laura, Claudia, Hugo, Olinka, Hector**

Mis primos, compañeros de vida y personajes importantes en mi  
niñez, adolescencia y juventud.

Gracias.

**A la familia López, Rubén, Fide,**

**Checo, Lucy y Rubencito.**

**A la familia Trani, Mis tías, Angélica, Margarita,**

**Inés y Lucy (a quien debo mi nombre).**

Gracias.

**A Marco Aurelio,**

**Mi primo, con quien compartí muy buenas experiencias, quien ha  
dejado en mi una profunda huella y que desgraciadamente se nos  
adelantó en el camino.**

**Gracias.**

**A Marco Antonio,**

**Mi compañero de trabajo, mi amigo, quien siempre se esforzó y dió  
todo de sí para que nuestra empresa estuviera siempre a flote y con  
ello me permitió recorrer el camino que ahora estoy terminando.**

**Ojalá no te nos hubieras adelantado tu también.**

**Gracias.**

**A Sergio Villalobos**

**Mi compañero, mi amigo, mi complice.**

**Gracias**

**A Ana Francina, Edgar, Angel, Fernando, Ulises,  
Javier, Alfonso, René, McGyver, Oaxaco, Jamh,**

**Mis Amigos**

**Gracias**

**A Ing. Juan González**

**A Ing. Juan Contreras.**

**A mis Profesores**

**Gracias**

**A la FES-C**

**Mi Universidad, la que me ha dado la posibilidad de ser lo que soy.**

**Gracias.**

**A Dios**

**Por haberme bendecido con la presencia de todos ustedes en mi vida.**

**Gracias.**

**A todos y cada uno de ustedes, Muchísimas Gracias**

<b>Introducción</b>	<b>11</b>
<b>I Generalidades De Los Sistemas De Transmisión Vía Satélite.</b>	<b>12</b>
<b>Telecomunicaciones</b>	<b>12</b>
<b>La Estación Receptora</b>	<b>13</b>
<b>Las Antenas</b>	<b>15</b>
antenas de transmisión	16
antenas de recepción	17
antena parabólica	17
ganancia	17
eficiencia	18
relación diámetro/foco	19
ángulo de radiación	20
partes	20
tipos	23
<b>Los Satélites</b>	<b>25</b>
posición orbital	27
enlaces ascendentes y descendentes	27
zonas de cobertura	28
el haz descendente	29
<b>II Orientación de la Antena</b>	<b>31</b>
<b>Ángulos de Azimut y Elevación</b>	<b>32</b>
método de la brújula	32
contornos de ángulos de orientación	34
carta universal	35
<b>Apéndice A La Transmisión de TV en la Banda Ku</b>	<b>37</b>
<b>Apéndice B ¿Antenas Parabólicas Pequeñas o Antenas Planas?</b>	<b>40</b>
<b>Apéndice C Radiación electromagnética</b>	<b>41</b>
<b>Apéndice D Mapa Geográfico y lámina de contornos</b>	<b>43</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>44</b>
<b>Glosario</b>	<b>45</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>46</b>

## INTRODUCCIÓN

La televisión vía satélite, es un campo que poco a poco va tomando auge a un nivel casero, es decir, cada día mas usuarios se afilian a las cadenas televisas que transmiten su señal por este medio. Es por eso que como Ingeniero, es indispensable tener un conocimiento amplio y bien fundado sobre todo lo que este tema implica. El texto de este trabajo se aboca a la comprensión de las transmisiones vía satélite.

Las Ideas que de éste se desprenden, son la recopilación de datos de una investigación que involucra desde el conocimiento primario de los componentes de el sistema de transmisión, hasta una somera explicación de todas aquellas partes, que a nuestro juicio son las mas importantes y que merecen el tiempo y el esfuerzo de una explicación.

Sabiendo que este tema es muy amplio y muy arduo, estamos seguros de haber logrado un compendio con el cual se pueden aprender los conceptos básicos que nos ayudarán a tener un desenvolvimiento favorable en lo que a instalación de antenas parabólicas se refiere. Lo hemos tratado de hacer para que su lectura sea fácil y rápida, y que pueda servir como una guía para que, en su caso, si alguien así lo decide, se pueda tener una directriz que seguir para profundizar en los conceptos y conocimientos.

# **I Generalidades de los sistemas de transmisión vía satélite.**

## **Telecomunicaciones**

Telecomunicaciones se refiere a comunicaciones de larga distancia. En el presente, las comunicaciones se auxilian de equipo electrónico tal como radio, telégrafo, teléfono y televisión. En tiempos antiguos, esto se llevaba a cabo por señales de humo, tambores, luces y varias formas tipo semáforo.

La información que se transmite puede ser en forma de voz, símbolos, imágenes, datos o la combinación de estos. La comunicación de datos está creciendo rápidamente en el rubro de telecomunicaciones. El equipo utilizado para un sistema de telecomunicaciones incluye un transmisor, uno o mas receptores , y un canal de transmisión como el aire, alambres, cable, comunicaciones vía satélite o la combinación de estos.

En general, una señal portadora de radiación electromagnética es generada por un transmisor y la información a transmitir es montada en la portadora. A este proceso se le llama modulación y la portadora es modulada por la información. El radio, la televisión usan modulación en AM y FM. El receptor recoge la señal y la demodula o decodifica, convirtiéndola de nuevo en una forma de donde se pueda extraer la información original. Mediante un proceso llamado multiplexación, diferentes señales pueden ser transmitidas por un solo canal. La portadora es separada en dos subportadoras, cada una de las cuales puede ser modulada como una señal diferente. En el punto de recepción del sistema, estas señales pueden ser separadas de la portadora y distribuidas como se necesite.

Por mucho tiempo pareció que había una barrera inherente e infranqueable entre estos dos tipos de señales, es decir la analógica y la digital, utilizadas en el teléfono y en el telégrafo respectivamente. Las señales de telégrafo son digitales o numéricas por naturaleza; cada letra del alfabeto está representada por una combinación específica de puntos y guiones (1 y 0). La plática transmitida por un teléfono, en contraste, es representada ordinariamente por una forma de onda que continuamente varía en forma. La altura o amplitud de la onda representa el voltaje de la señal a un tiempo dado.

Hoy es posible mezclar diferentes formas de información como voz, música, señales de video, datos de negocios y mandarlos por la misma portadora. Usando un método llamado PCM (pulse-code modulation), la información es enviada en series de pulsos de encendido-apagado. Debido a que la transmisión es digital, la exactitud se mantiene. En cambio, en una transmisión de larga distancia de tipo analógico, ésta esta sujeta a pérdidas de calidad, mientras que una señal digital, en tanto haya alcanzado al receptor, podrá ser interpretada correctamente.

En un sistema de comunicaciones vía satélite, existen varios elementos que son los principales actuantes para que este tipo de transmisiones se puedan lograr satisfactoriamente. Estos elementos los podemos agrupar en los siguientes:

- Estación transmisora
- Satélite
- Estación Receptora.

Cabe mencionar que la estación emisora y la estación receptora, pueden ser una misma entidad utilizando antenas parabólicas de emisión y recepción, o una sola antena que cumpla con ambas funciones.

Para efectos del presente trabajo, nos referiremos principalmente a la estación receptora y a los satélites artificiales, cuyas señales queremos recibir.

## **I-1 La estación receptora**

La estación receptora, podemos decir que es el último eslabón de esta cadena, pues el objetivo principal de mandar las señales al satélite, es la posibilidad de que un número muy amplio de usuarios puedan acceder a dichas señales.

Tras el largo camino que recorren las señales, las características de la señal recibida tiene varios puntos que deben ser analizados para poder ser recibidas satisfactoriamente, estos son los siguientes:

La densidad de flujo de potencia que se define como la cantidad de señal que llega a la superficie de la tierra.

La modulación , que puede ser de manera analógica como son las señales de audio y video, y

digital como son los datos. En la modulación analógica, las señales se modulan en frecuencia a una portadora de decodifica que posteriormente se eleva a la frecuencia de transmisión. Con el objeto de incrementar la relación señal/ruido, se realiza una operación de preénfasis, los que significa que se incrementa la ganancia en las frecuencias mas altas de la señal moduladora. Mas tarde, en el modulo receptor, se realiza la acción contraria, es decir, de deénfasis, para poder regenerar la señal.

Para poder hacer lo anterior, se debe mandar la señal a cierta frecuencia . Existen varias frecuencias a las que esto se realiza y se han conocido como bandas (tabla 1)

Banda	Enlace Ascendente	Enlace Descendente
C 6/4 GHz	5.925-6.425 GHz 500 MHz	3.700-4.200 GHz 500 MHz
	5.850-7.075 GHz 1225 MHz	3.400-4.200 GHz 4.500-4.800 GHz 1100 MHz
X 8/7 GHz	7.925-8.425 GHz 500 MHz	7.250-7.750 GHz 500 MHz
Ku 14/11 GHz	14.000-14.500 GHz 500 MHz	10.950-11.200 GHz 11.450-11.750 GHz 500 MHz
	12.750-13.250 GHz 14.000-14.500 GHz 1000 MHz	10.700-11.700 GHz
Ku 14/12 GHz	14.000-14.500 GHz 500 MHz	11.700-12.200 GHz 500 MHz
Ka 30/20 GHz	27.500-31.000 3500 MHz	17.700-21.200 GHz 3500 MHz

**Tabla 1 Bandas de Transmisión**

En la transmisión se ha advertido la necesidad de polarizar la señal para que no existan superposiciones de canales. En la transmisión de señales de televisión terrestre se utiliza polarización horizontal y vertical.

La Relación Portadora/Ruido es una relación con frecuencia utilizada para establecer la calidad de un canal de un satélite y se define con la relación:

$$\frac{\text{potencia portadora recibida}}{\text{densidad de ruido}} = \frac{C}{N/B} = \frac{C}{KT}$$

donde

C = potencia de la señal recibida

N = potencia de ruido

B = ancho de banda en Hertz

K = constante de boltmann =  $1.38 \times 10^{-23}$  wat seg. / °K

T = temperatura °K

La relación señal/ruido para una recepción de satélite se define como la relación entre señal de video pico a pico / ruido ponderado r.m.s.

Se define como ruido ponderado aquel al que le ha sido aplicado una ponderación standard que tiene en cuenta los efectos que sobre la señal tienen los procesos a que se le someten para su transmisión.

## I-2 Las antenas

Una antena es un dispositivo usado en la transmisión de radiación electromagnética que transporta información. El principio bajo el que trabaja está basado en el descubrimiento teórico de James Clerk Maxwell, y su verificación práctica fue efectuada por Heinrich Hertz, en la cual nos dice que una carga eléctrica que se mueve, genera radiación electromagnética que se propaga a través del espacio a la velocidad de la luz.

Varias formas de comunicación usan esta propagación, como ejemplo tenemos al radio, la televisión, el radar y las comunicaciones vía satélite. Todos estos sistemas requieren de antenas para transmitir y recibir la radiación a través del espacio, aunque las señales eléctricas también pueden ser transmitidas directamente por conductores sin usar antenas; tal es el caso del telégrafo y el teléfono.

### **I-2- a Antenas de Transmisión**

Una característica importante de las antenas de transmisión es la cantidad de radiación que pueden emitir. La distribución y dirección en el espacio es también importante. En las antenas de estructura relativamente simple, la magnitud relativa de la fuerza del campo en un punto dado, es proporcional a la distancia del punto a el centro de la antena; pero cuando las antenas están cerca de la tierra, el efecto de las reflexiones contra ésta puede modificar considerablemente el patrón de radiación.

En muchos usos de radio, es deseable que la radiación transmitida o recibida sea direccional, o mas fuerte en ciertas direcciones que en otras. Las antenas direccionales son especialmente valiosas en comunicaciones punto a punto porque reducen la interferencia y la potencia requerida es menor. La direccionalidad de las ondas de radio se puede incrementar añadiendo ciertas superficies reflejantes a la antena.

La forma de la antena depende mayormente de el tipo de comunicación a realizar y de la frecuencia utilizada. Para AM (amplitud modulada), una antena omnidireccional es la usualmente utilizada. Esta se compone de un alambre vertical cuya altura es alrededor de  $\frac{1}{4}$  de la longitud de onda que se transmite. Dicha antena irradia ondas polarizadas verticalmente, es decir, ondas cuyo campo magnético tiene dirección vertical. Las antenas de frecuencia modulada difieren considerablemente de las usadas en AM. Su frecuencia es alrededor de 100 veces mas grande, y sus ondas están polarizadas horizontalmente. Para VHF (very high frecuencias) y UHF (ultra high frecuencias) se utilizan antenas parabólicas. Estas antenas tienen la forma de un paraboloide y sus propiedades son que si el radiador esta situado en el foco del paraboloide, la radiación que se dirige directamente al plato, es reflejada y emerge en un rayo angosto.

## **I-2-b Antenas de Recepción**

Aunque teóricamente los dos tipos son lo mismo, las antenas de recepción difieren considerablemente de las antenas de transmisión en sus condiciones de operación. La potencia manejada por las antenas de recepción es generalmente una mínima fracción de la potencia transmitida. Una meta fundamental en el diseño de la antena es la de obtener el máximo voltaje de la señal en la antena de recepción.

## **I-2-c La antena parabólica**

La antena parabólica constituye uno de los elementos más importantes del sistema de recepción dado que es el medio utilizado para recibir las señales que vienen del satélite. La antena parabólica está formada por la superficie volumétrica de un paraboloide de revolución y es sostenida por una base cuyo mecanismo permite moverla circularmente en dos direcciones: elevación y azimut. Gracias a estos movimientos se puede orientar a los diferentes satélites.

Debido a que los satélites se encuentran a unos 36000 km. de distancia de la tierra, la señal irradiada por el satélite se recibe muy atenuada, no solo por la distancia, sino por las pérdidas que sufre al cruzar la atmósfera. Estas pérdidas deben ser compensadas con antenas que tengan una gran ganancia. En teoría, la ganancia de una antena se incrementa proporcionalmente a su diámetro, por lo cual se podría pensar que una antena de 1.80 mts debe ser más eficaz que una de 1.50 mts. Aunque esto es verdad, también puede ser mentira. Esto se debe a que la eficiencia también es afectada por la frecuencia de la señal recibida.

## **I-2-d La ganancia**

*La ganancia de una parábola se calcula con la siguiente fórmula:*

$$G = \pi^2 \times (D \cdot x \text{ MHz}) / 300 \times \eta^2$$

donde

G= ganancia en potencia

Pi = 3.1415927

D= diámetro de la parábola en metros

MHz = frecuencia de recepción

n = eficiencia

Por otro lado, y como se mencionó con anterioridad, la ganancia de la antena varía con la frecuencia, por lo cual, y según la fórmula anterior, si la frecuencia disminuye, también lo hace la ganancia, y viceversa.

### **I-2-e La eficiencia**

*La eficiencia de una parábola, por desgracia, no es un valor que se pueda calcular con una fórmula matemática, ya que son muchos los parámetros que influyen negativamente. Por ejemplo, una curvatura parabólica imperfecta, una colocación equivocada del LNA, superficies irregulares, montaje imperfecto de los gajos, varillas de sujeción del LNA de tamaño excesivo, bordes irregulares de la parábola, superficies que absorben la señal, etc. Por consiguiente, la ganancia real de una antena solo se puede averiguar con un analizador de espectro.*

Generalmente se considera aceptable una parábola cuando su eficiencia no queda por debajo de un 55%, excelente cuando alcanza un máximo del 60% y perfecta si consigue alcanzar un 65%.

Pero la ganancia también es afectada por otra variable que es la curvatura de la parábola. Si tomáramos como ejemplo un disco plano con el mismo diámetro que un embudo de tipo cónico y calculáramos la ganancia con la fórmula anteriormente expresada, veríamos que las ganancias son las mismas, lo cual resulta ser un gran error, pues estas formas descritas, difícilmente tendrían una ganancia real de 1%. Esto se debe a que la alimentación de la señal se hace hacia el punto focal de la parábola y la curvatura que ésta tiene "obliga" a la señal rebotar hacia ese punto específico. A esta curvatura se le llama perfil de la parábola y debe ser lo más perfecto posible para poder conseguir ese 55% < ganancia < 65%. La relación exacta entre diámetro foco y profundidad es lo que nos ayudará a llegar a buen éxito.

Conociendo el diámetro de la parábola, podemos calcular el foco y es éste dato el que nos permitirá la determinación del valor de la profundidad de la comba. Es importante hacer notar que para tener una parábola con rendimiento elevado, la relación diámetro/foco debe ser mayor a 2.5 y menor a 2.7

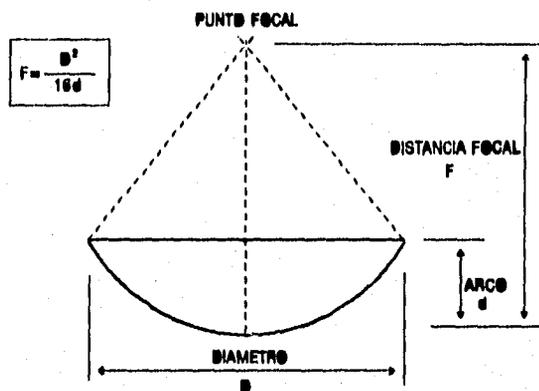


Fig. 1 Relación Diámetro/Foco

### 1-2-f La relación diámetro/foco

Como se dijo anteriormente, la relación óptima D/F tiene que estar comprendida entre 2.5 y 2.7. Algunos fabricantes de parábolas utilizan la relación F/D, siendo el óptimo comprendido entre 0.40 y 0.37 y en estos casos para calcular el punto focal, hay que multiplicar la relación F/D por el diámetro, en tanto que si la relación se expresa D/F, se tendrá que dividir el diámetro entre la relación D/F.

Una vez conocidos el diámetro y el foco, podemos calcular la profundidad recurriendo a la fórmula siguiente:

$$d = D^2 / 16F$$

Así como la profundidad influye sobre la ganancia también lo hace sobre el ruido, mas si mantenemos a la relación D/F dentro de sus límites óptimos, siempre se logrará una parábola con eficiencia elevada y con cifra de ruido muy baja.

### **1-2-g El ángulo de radiación**

El ángulo de radiación nos permite averiguar a cuantos grados de desplazamiento de la antena parabólica sobre sus ejes respecto a la dirección exacta del satélite la señal sufre una atenuación de el 50%, es decir, de 3dB. Para obtener ese dato, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{grados} = 0.7071 (\text{MHz} \times D/30)$$

expresando el diámetro en metros y siendo MHz la frecuencia central.

El resultado de esta fórmula, arroja siempre una cifra muy pequeña, alrededor de 2 grados. Por esta razón, es aconsejable no utilizar parábolas fijadas en el centro, ya que si el soporte tiene un poco de juego, al soplar el viento desaparecerá la imagen de la pantalla, puesto que la mas mínima oscilación de la parábola siempre será superior a esos grados necesarios para un direccionado perfecto.

Las antenas parabólicas que oscilan poco son aquellas que disponen de un soporte que bloquee la parábola como mínimo en 3 puntos laterales.

### **1-2-h Partes de las antenas parabólicas**

#### **Elementos mecánicos**

Base fija de la antena. Sostiene la antena y permite sujetarla al lugar de su instalación.

Tubo de elevación. Su función es permitir que la antena gire hacia arriba o hacia abajo para orientarla con el ángulo de elevación correcto.

Disco de azimut. Permite el giro sobre el plano horizontal para orientarla con el ángulo de azimut correcto.

**Pétalos con soporte y pétalos sencillos.** Los llamados pétalos con soporte, poseen un aditamento que los une al tubo de elevación y dan pitutos de apoyo a la antena, mientras que los pétalos sencillos son los que completan el paraboloide.

**Base del alimentador.** Sirve para sostener al dispositivo electrónico llamado alimentador, mismo que debe estar colocado en el foco del paraboloide. (Antena con alimentación focal).

#### Elementos electrónicos

**Alimentador o guía de ondas.** Después de concentrarse las señales en el foco del paraboloide, este dispositivo se encarga de guiarlas hacia el amplificador de bajo ruido, pasando antes por el polarrotor que es el que se encarga de discriminar entre la polarización vertical y horizontal.

**Polarrotor.** Como se dijo, se encarga de discriminar entre las polarizaciones, llevando a cabo esta acción con el movimiento de una antena que se coloca en posición vertical u horizontal según sea el caso y es controlada por medio de 3 cables que vienen desde el receptor.

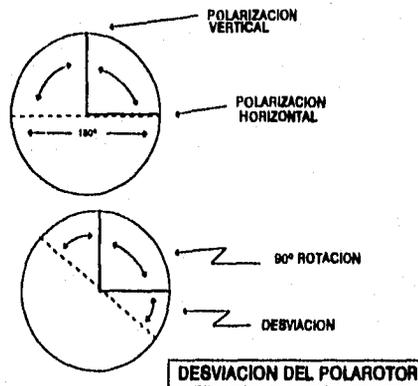


Fig. 2 Desviación Del Polarrotor.

Como se muestra en la figura 2, el polarrotor tiene un viaje limitado de 180°. En el primer esquema vemos que su movimiento solo se limita desde 0 a 180° con lo que la polarización horizontal está muy ajustada a que sea exactamente a los 0°, y si se necesitara que la antena bajara mas allá de los 0° no se

podría, por lo cual, se opta por desviar todo el polarizador  $45^\circ$  para que el viaje sea desde  $315^\circ$  hasta los  $135^\circ$  y así no haya limitante en la exactitud de la polarización ya que se podrá graduar con mayor facilidad.

Amplificador de bajo ruido. Aun cuando la concentración de energía en el foco de la parábola es muy grande, la potencia total que llega al alimentador es muy baja en términos de amplificación, por lo cual es necesario procesarla para que pueda cumplir con los estándares necesarios para su distribución. Entonces lo que se hace es introducirla en una etapa de preamplificación inmediatamente después de que el polarizador la ha discriminado. Este proceso se realiza mediante un LNA (low noise amplifier). En las frecuencias a las que opera un LNA, el ruido eléctrico producido por sus mismos componentes es muy alto y puede interferir con la señal que se recibe, pues éste también es amplificado y ensucia la señal. Para reducir este efecto se introducen filtros y etapas de realimentación. Bajo este parámetro, los LNA se clasifican en calidad por su capacidad de filtrar su propio ruido, siendo los mejores los que menos grados de temperatura alcanzan, midiéndola en grados Kelvin. Es obvio pensar que entre menos grados de temperatura tenga un LNA más sofisticado será en su estructura y por lo tanto más costoso será.

Convertidor de bajada. Su función es bajar la frecuencia de la señal recibida a una frecuencia de 70 MHz conocida como frecuencia intermedia - que es la frecuencia a la que trabajan los dispositivos para monitoreo de la señal - además de realizar otra etapa de amplificación. El convertidor de bajada es conectado directamente al LNA mediante un cable coaxial o un conector N-N. Es mucho más recomendable utilizar el conector N-N en lugar del cable para evitar pérdidas de potencia de la señal. La alimentación de corriente directa que necesita el LNA para poder trabajar es proporcionada por el convertidor de bajada. El convertidor a su vez obtiene la alimentación mediante dos conectores que van conectados al receptor. La señal del convertidor sale por un cable coaxial que se conecta al receptor.

Receptor. Las últimas etapas que se refieren a la demodulación, mezcla y amplificación de la señal son tarea que lleva a cabo el receptor. Todos los receptores contienen las siguientes entradas, salidas y fuentes de alimentación

- encendido y apagado
- selector de 24 canales
- selector de polaridad vertical u horizontal

- ajuste de polaridad
- sintonía de audio
- galvanómetro indicador del nivel de la señal
- barrido de canales
- salida de la señal de TV para el canal 3 o 4
- selector del canal 3 o 4
- salida de audio
- salida de video
- salidas izquierda y derecha para sonido stereo
- conexiones para los cables que van al alimentador (tierra, +5V, pulsos)
- alimentación de dc para el convertidor de bajada y el LNA
- alimentación de ac de 110 v
- entrada para la señal de FI de 70 MHz proveniente del convertidor de bajada

### **I-2-i Tipos de antenas parabólicas**

Todas las antenas parabólicas deben cumplir con las siguientes características, en virtud de que los sistemas de transmisión vía satélite son muy sofisticados y por lo tanto se necesita que cumplan con ciertas especificaciones:

Alta ganancia de transmisión y recepción

Alta directividad y bajo nivel de interferencia

Radiación con gran pureza de polarización

En recepción, escasa sensibilidad al ruido térmico por radiación del suelo y pérdidas diversas.

Además, las podemos clasificar en dos grandes grupos:

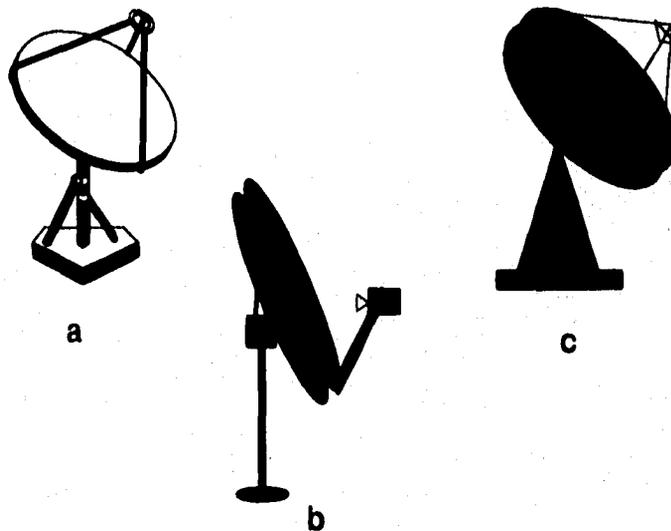
●Antenas de un solo haz

●Antenas multihaz

Las antenas de un único haz se define como aquella que genera su alimentación hacia un solo

satélite mediante un sistema de posicionamiento. Estos pueden ser de varios tipos:

- Con alimentación en punto focal fig. 3a
- Tipo offset o de alimentador desplazado. Fig. 3b
- Cassegrain fig. 3c



**Fig. 3 Tipos De Antenas Parabólicas**

Las antenas multihaz son aquellas que generan múltiples haces utilizando un reflector común, varios alimentadores que iluminan dicha apertura. Los ejes de los rayos se determinan por la colocación de los alimentadores. De esta forma el rayo individual identificado con un alimentador se apunta hacia un satélite posicionando el alimentador sin mover el reflector.

### I-3 Los satélites

Los satélites, son cuerpos celestes artificiales que tienen la misión de recibir y emitir las señales que vienen de la tierra y van hacia ella. En febrero de 1945, Arthur G. Clark, decía que un satélite artificial, que fuera colocado a una distancia apropiada de la tierra, podría completar una revolución alrededor de la misma cada 24 horas y de esta forma permanecer estacionario con respecto a un mismo punto de la tierra y visible a casi la mitad de la superficie de ella.

Arthur G. Clark, imaginó tal cosa, que ahora es una realidad y es por ese escrito de 1945 que el cinturón imaginario en el cual se colocan los satélites artificiales comerciales lleva su nombre y se llama cinturón de Clark.

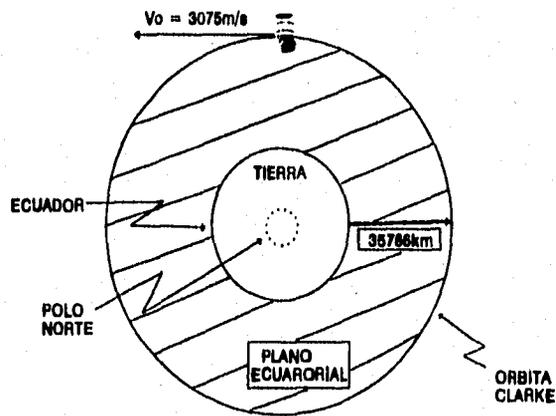


Fig. 4 Órbita de Clarke

Un satélite geostacionario es aquel que situado en una órbita del plano ecuatorial, gira en el

mismo sentido y a la misma velocidad angular que la tierra en su movimiento de rotación. Es de esta forma que un punto de la tierra siempre tendrá visible al satélite sin importar la hora en que quiera acceder a él.

Para cumplir con ello, la altura del satélite sobre el ecuador será de 35806 km. y la velocidad lineal del satélite será de 3075 m/s.

Esta distancia resulta de igualar las fuerzas de atracción gravitatoria y centrífuga que actúan sobre el satélite en su movimiento de traslación alrededor de la tierra. Así:

$$\text{Fuerza Gravitatoria} = G \times (M \times m/d^2)$$

donde:

$$G = \text{constante de gravitación universal} = 6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 / \text{kg} \cdot \text{seg}^2$$

$$M = \text{masa de la tierra} = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg.}$$

$m =$  masa del satélite

$d =$  distancia entre centros de gravedad de tierra y satélite.

$$\text{Fuerza centrífuga} = m \times d \times \omega^2$$

siendo  $m$  y  $d$ , al igual que el caso anterior, la masa del satélite y la distancia entre centros de gravedad, y  $\omega$  la velocidad angular del satélite.

Iguando ambas fuerzas:

$$(G \times M \times m) / d^2 = m \times d \times \omega^2$$

con lo que:

$$d = \sqrt[3]{(G \times M) / \omega^2}$$

como  $\omega = 2\pi/T$ , siendo  $T$  el periodo orbital que en el caso que nos ocupa (órbita geostacional) es igual al periodo de rotación de la tierra, es decir, de 23 horas 56 minutos o, lo que es lo mismo, 86160 seg.

Entonces  $d=42172$  km. Como  $d$  es la distancia al centro de la tierra y el radio de la misma es de 6366 km., la distancia del satélite a la superficie del planeta será la diferencia entre ambas distancias, es decir, 35806 km. como se ve en la figura 4.

### I-3-a Posición Orbital

Debido a que el satélite se considera "estacionario" con respecto a un punto de la tierra, es posible definir la posición orbital de un satélite de este tipo como el ángulo subtendido en el centro de la tierra, entre un punto de referencia en el ecuador y el satélite, medido como la diferencia de longitud entre el punto de referencia (digamos el meridiano de Greenwich) y el punto donde la línea recta que une el centro de la tierra y el satélite corta el ecuador.

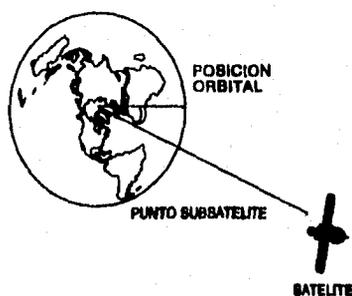
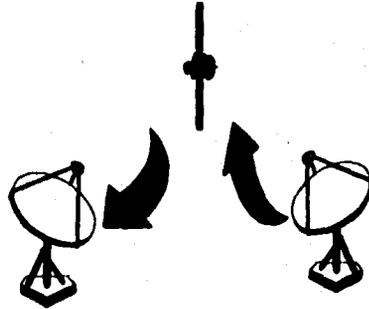


Fig. 5 Posición Orbital

### I-3-b Enlaces ascendentes y descendentes

Las señales que llegan al satélite lo hacen mediante un "haz ascendente" y se envían de regreso a la tierra por un "haz descendente". Resulta obvio mencionar que ambos haces deben ser de naturalezas distintas para que no se interfieran uno con otro. Para lograr esto, las frecuencias de ascendencia y descendencia son distintas, (fig. 6) y además son particulares para cada banda de transmisión como se explicó anteriormente.



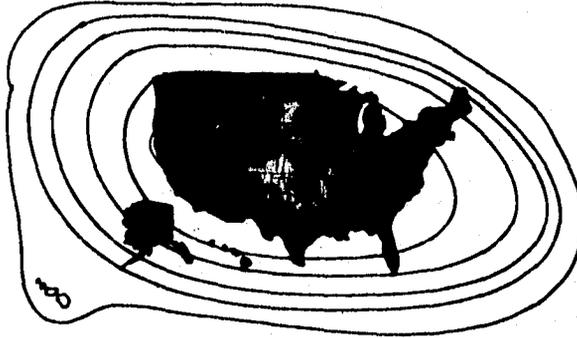
**Fig. 6 Enlaces Ascendente Y Descendente**

Un satélite tendrá tantos transceptores (transponders) como canales de emisión , constituyendo el conjunto de ellos el ancho de banda del satélite. Para evitar que los canales próximos del haz descendente interfieran entre si, se utilizan polarizaciones distintas, es decir, horizontal o vertical..

Para ejemplificar mas claramente, el camino que sigue la señal desde el centro de transmisión al satélite se denomina enlace ascendente, en tanto que el que va de el satélite a los receptores, se llama enlace descendente.

### **1-3-c Zonas de cobertura.**

Se define como la zona de la superficie de la tierra delimitada por un contorno de densidad de flujo de potencia constante que permite obtener la calidad de recepción deseada en ausencia de interferencia, es decir, es aquella extensión de terreno en la cual nuestro satélite puede irradiar su señal uniformemente sin sufrir pérdidas significativas en la calidad de la señal. Fig. /



**Fig. 7 Zona de Cobertura**

### **I-3-d El haz descendente**

El transceptor. Es el dispositivo ubicado en el satélite que tiene como tarea la reemisión de las señales recibidas de la estación que las emite en la base terrestre. Al recibirla, puede procesarla de alguna manera o simplemente servir como "espejo" para reemitirlas hacia la estación receptora. La señal captada se convierte a una frecuencia mas baja y una vez filtrada se envía al amplificador de potencia de salida TWT, siendo su potencia en general entre 5 y 10 watts.

El haz descendente es el que lleva los canales de televisión o datos, es decir, de información hasta la superficie terrestre. Dado que las emisiones apuntan a zonas de la superficie de la tierra que normalmente no son ecuatoriales, lo que significa que no cae perpendicularmente desde el satélite, la huella que deja el haz, no es circular, sino que tiene una forma elíptica (Fig. 7), y a medida que nos alejamos de la zona central de la

huella, la intensidad del flujo electromagnético va decreciendo, por lo que resulta obvio apuntar que éste será mayor en el centro.

Potencia isotrópica radiada. Es una medida de la potencia que el satélite pone en el espacio, se define como aquella que debería transmitirse si la señal radiada se propagase uniformemente en todas las direcciones para obtener un determinado nivel de señal de un punto, lo que implicaría la utilización de una antena de ganancia unidad. No obstante, no es necesario radiar potencia en todas las direcciones desde el satélite ya que lo que vamos a iluminar es solo una pequeña zona de la superficie terrestre. Para ello se utilizan antenas directivas. Por definición, la ganancia de una antena es la relación entre la potencia total radiada por la antena isotrópica y la potencia total radiada por la antena para dar el mismo valor de densidad de flujo de potencia en un punto.

$$EIRP = P_0 \times G_1$$

donde

$P_0$  = potencia transmisor

$G_1$  = ganancia antena transmisor

Es decir, la antena actúa como un concentrador de energía que concentra esa potencia isotrópica en un rayo muy estrecho forma tal que los efectos de la señal sobre el punto de incidencia de la misma sean iguales que el caso isotrópico. En general cuanto más estrecho es ese haz, más alta la ganancia y por tanto menor la potencia del TWT para conseguir una misma EIRP.

La EIRP se mide generalmente en dBW para el caso de satélites.

Pérdidas en la transmisión. Debido a la gran distancia que existe entre el satélite y la estación receptora, la señal está sujeta a una atenuación muy elevada. Estas pérdidas en la transmisión son de 2 naturalezas: debido a atenuación en espacio libre y las atmosféricas. Las primeras dependen de la longitud de onda transmitida y de la distancia y son aquellas que se producen en condiciones de cielo despejado.

Las atmosféricas son debidas a la existencia de gotas de agua en la atmósfera (se conocen generalmente como atenuación de lluvia) y varía con el tamaño y densidad de las citadas gotas. Pueden hacerse muy elevada en condiciones en que el diámetro de las gotas individuales se aproxima a una fracción apreciable de la longitud de onda utilizada.

Esta atenuación se deduce generalmente en tablas publicadas por organismos como el CCIR. Se puede tomar como típica una atenuación de 2dB por este concepto.

Ruido en el camino de transmisión. El ruido es otro factor importante que afecta en gran manera la calidad de la señal. El ruido aparece junto con la señal al final del camino de transmisión a la entrada del LNA y es procesado junto con la señal, por eso es importante analizar su origen.

Su origen puede ser de tres tipos:

•Ruido terrestre. Se debe a que cierta cantidad de ruido, tanto natural como industrial, es captado por el reflector y recogido por el sistema receptor. Podemos hablar de unos 25 °K como típico.

•Ruido atmosférico. Este ruido es la suma del ruido del espacio y el producido como resultado de la atenuación de la señal.

•Ruido térmico en la unidad externa LNA. En las frecuencias a las que opera un LNA, el ruido eléctrico producido por sus mismos componentes es muy alto y puede interferir con la señal que se recibe, pues éste también es amplificado y ensucia la señal. Para reducir este efecto se introducen filtros y etapas de realimentación. Bajo este parámetro, los LNA se clasifican en calidad por su capacidad de filtrar su propio ruido, siendo los mejores los que menos grados de temperatura alcanzan, midiéndola en grados Kelvin.

## **II Orientación de la antena**

Cuando se selecciona el satélite que se desea captar, se deberá conocer previamente su longitud geográfica correspondiente. Una vez conocida la longitud geográfica del satélite elegido, se puede calcular el ángulo de azimut y el ángulo de elevación que requiere la antena, ya sea mediante fórmulas o con un método gráfico. Ambos ángulos varían en función del lugar geográfico en el que su antena está ubicada.

Para facilitar la orientación, sobre todo si es la primera vez, conviene colocar provisionalmente al receptor y al televisor cerca de la antena, para detectar la presencia de señales enviadas por el satélite. De esta manera será mucho más sencillo hacer cualquier ajuste necesario. También es recomendable que la orientación la efectúen cuando menos dos personas trabajando juntas. El televisor debe estar sintonizado en el

canal 3 o 4. Se debe localizar físicamente el azimut previamente calculado y dirigir el eje focal de la antena hacia esa dirección. Ahora, con el dato del ángulo de elevación, se levanta la antena, de tal forma que el eje focal forme un ángulo de igual valor con la horizontal. Para esto se recomienda colocar un inclinómetro o un nivel sobre una superficie paralela al eje focal. Para que la antena quede fija y no cambie su ángulo de elevación, una vez ajustado, se aprietan los tornillos de las abrazaderas o se pueden usar tensores.

En este momento se debe poder ver alguna señal proveniente del satélite, cuando menos, líneas en movimiento.

## II-1 Ángulos de azimut y elevación

En la práctica los métodos más importantes para orientar una antena parabólica son el solar, el de la estrella polar, y el de la brújula, siendo este último el más popular.

### II-1-a Método de la brújula

La brújula permite medir el ángulo que hay entre el eje magnético de la tierra y cualquier línea visual. El eje magnético, no tiene la misma dirección que el eje geográfico, siendo la diferencia entre las direcciones ambos (declinación magnética) función de cada región geográfica específica.

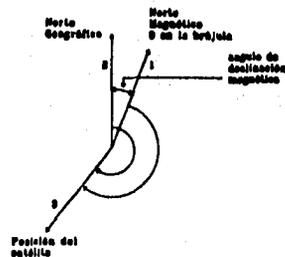


Fig. 8 Declinación Magnética

Existen ciertos lugares donde la declinación magnética es igual a cero; por ejemplo, en algunas

zonas del estado de florida, el caribe y da América del sur. En estos lugares, el azimut de una antena parabólica queda perfectamente definido por la orientación de la brújula sin necesidad de efectuar ningún ajuste. Por otra parte, la declinación magnética puede tomar valores de 100 grados o mas, como ocurre en el archipiélago de Parry, Canadá. En el continente americano, entre las latitudes de 60 grados sur y 55 grados norte, esta declinación varía entre 0 y 35 grados este u oeste y en el caso particular de la República mexicana, el intervalo de variación esta entre 5 y 14 grados este.

Para orientar la antena parabólica en azimut es preciso restar o sumar la declinación magnética al valor leído en la brújula, dependiendo de si la declinación es hacia el oeste o al este, para localizar el verdadero azimut geográfico. A continuación se presenta una lista de las declinaciones magnéticas aproximadas de algunas ciudades de la república mexicana.

Ciudad de México	6.8
Guadalajara	8.1
Monterrey	7.7
Ciudad Juárez	10.9
Puebla	6.6
Tijuana	13.7
Tampico	6.8
Torreón	8.8
Mexicali	13.5
Chihuahua	10.1
Acapulco	6.6
San Luis Potosí	7.5
Veracruz	5.9
Hermosillo	11.6
Mérida	3.2

**Tabla 2 Declinaciones Magnéticas en Grados Este, 1992.**

### **II-1-b Contornos de ángulos de orientación**

Por cuestiones practicas, varios autores han mostrado gráficamente los resultados de las ecuaciones obtenidas, a través de familias de curvas, en donde puede leerse, por ejemplo, el ángulo de elevación para

una cierta latitud de la estación terrena y una diferencia de longitud entre esta y el satélite. La gran ventaja de estas familias de curvas es que son útiles para cualquier satélite, puesto que lo único que importa es la diferencia de longitudes entre la estación terrena y el satélite; pero en contraparte, resultan muy poco ilustrativas. En cambio si los ángulos alfa y beta son mostrados gráficamente sobre una región geográfica determinada, y particularizando a un solo satélite a la vez, se pueden obtener contornos prácticos y muy ilustrativos. La posición de cada satélite se indica en grados este u oeste, tomando como referencia, aunque no se diga explícitamente, la longitud de Greenwich.

Una estación situada sobre la línea del ecuador, tiene un ángulo de azimut de  $90^\circ$ , puesto que su línea visual con el satélite forma una escuadra de  $90^\circ$  con respecto a la dirección del polo norte.

Es de esperarse que, mientras mas cerca esté la estación terrena del satélite, tanto en latitud como en longitud, el ángulo de elevación tenderá hacia  $90^\circ$ , tomando este valor cuando la antena parabólica está precisamente sobre el ecuador y viendo al satélite totalmente hacia arriba, a lo largo de el plano ecuatorial. Es aquí donde la distancia entre la estación terrena y el satélite es mínima. Conforme aumenta la distancia entre la estación y el satélite, el ángulo de elevación va decreciendo.

### **II-1-c Carta universal de contornos de ángulos de elevación y azimut para orientar las antenas parabólicas hacia cualquier satélite geostacionario.**

Consta de un mapa geográfico del mundo y una mica o lámina transparente con los contornos de los ángulos impresos en ella. Apéndice D

El procedimiento para utilizar su carta universal es muy sencillo.

1. Se coloca la mica sobre el mapa, haciendo coincidir la línea horizontal de la primera con la línea ecuatorial del mapa.

**El procedimiento para utilizar su carta universal es muy sencillo.**

**1. Se coloca la mica sobre el mapa, haciendo coincidir la línea horizontal de la primera con la línea ecuatorial del mapa.**

**2. Se desliza la mica sobre el mapa, hasta que la flecha dibujada abajo de la vertical central de la mica coincida con la posición de longitud este u oeste del satélite deseado, misma que se lee directamente sobre la escala horizontal inferior del mapa.**

**3. Leer directamente sobre los contornos los ángulos de elevación y azimut que deberá tener la antena para la posición geográfica elegida. De ser preciso, se debe recurrir a interpolación para leer los resultados con mayor precisión.**

**No se debe olvidar que los resultados anteriores son con respecto al norte geográfico de la tierra; que por cuestiones técnicas, el ángulo de elevación no debe ser menor de los 10 grados y que debe consultarse el contorno de radiación de cada satélite en particular para asegurar que la energía radiada llegue con un nivel de potencia aceptable.**

**A continuación, se enlistan los satélites mas importantes que transmiten televisión en la banda C y que pueden ser captados en el continente americano.**

Nombre del satélite.	Posición longitud oeste
Satcom F1R	139
Galaxy 1	134
Satcom F3R	131
Telstar 303	125
Westar 5	122.5
Spacenet 1	120
Morelos 1	113.5
Morelos 2	116.8
Anik D2	110.85
Anik D1	104.5
Westar 4	99
Telstar 301	96
Galaxy 3	93.5
Spacenet 3	87
Telstar 302	85
Satcom F4	82
Galaxy 2	74
Satcom F2R	72
Spacenet 2	69

**Tabla J Satélites Geostacionarios mas importantes que Transmiten Televisión en la Banda C.**

## Apéndice A

### La transmisión de TV en la banda Ku

Desde ya hace muchos años, se ha considerado la idea de que todos los hogares puedan recibir señales de TV directamente transmitidas desde satélites muy potentes. En cierta forma, esta situación ya existe en varias partes del mundo, es mas, todas las antenas parabólicas que se encuentran en Canadá, Estados Unidos y México, captan las señales que diversos satélites transmiten en la banda C, sin embargo, esto difiere de lo que ahora sucede en Japón y Europa, donde van mas avanzados al respecto, pues la mayoría de las transmisiones de TV via satélite hacia los hogares se realiza en frecuencias mas altas (banda Ku) desde la década de los ochenta, de acuerdo con las regulaciones establecidas por la UIT:

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), regula el uso internacional de las frecuencias para todo tipo de transmisiones, incluyendo las via satélite. Esta organización ha definido a la "verdadera" radiodifusión directa de TV via satélite como un servicio dado en la banda Ku, mediante satélites mucho mas potentes que los actuales que trabajan en la banda C.

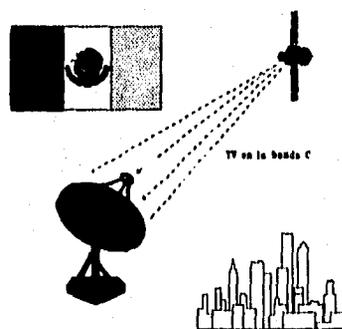
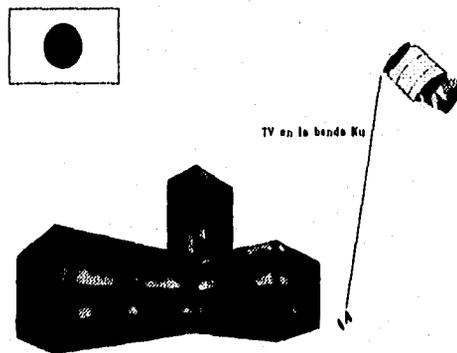


Fig. 9 Situación Actual en Norteamérica

La ventaja mas evidente que se puede obtener al cambiar los equipos de recepción de la banda C a la banda Ku es que la antena parabólica se puede reducir muchísimo en tamaño, porque la ganancia de una

antena de este tipo aumenta con la frecuencia como ya antes se explicó, y aunque sea mas pequeña su ganancia puede ser la misma o similar. Esto es importante desde el punto de vista estético, porque al usar platos pequeños se eliminara lo que en arquitectura se conoce como "contaminación visual o arquitectónica", producida actualmente por los millones de antenas que hay a lo largo del país y del continente, pues los diámetros, como también antes se explicó, promedian 2.5m. Tan solo en los EUA se estima que hay aproximadamente tres millones de antenas parabólicas del tipo TVRO en la banda C, por lo que ahí es donde existe la mayor contaminación visual.



**Fig. 10 Situación Actual en Europa y Japón**

A pesar de ello, el cambio de la banda C a la banda Ku, será, si es que se logra, algo muy gradual pues será difícil establecer este cambio, y mas que esos tres millones en EUA y los tantos mas que existen alrededor del Continente Americano lo adopten, por el simple hecho de que se verá mas bonita.

El primer país que comenzó a transmitir TV vía satélite a los hogares en la banda Ku fue Japón a mediados de los años 80. Actualmente hay en él, cerca de dos millones de receptores, unos con antenas parabólicas pequeños y otros con antenas planas. Además que los equipos receptores son mas estéticos, por su tamaño reducido, la tecnología de la banda Ku se ha elegido porque permite reducir la interferencia entre

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

satélites y también de canal a canal; por añadidura, la misma banda se emplea en Japón para el nuevo servicio de HDTV (High Definition Television), introducida en su primera fase en 1991.

En Europa se iniciaron las transmisiones de TV en la banda Ku poco después que en Japón. Varios satélites pertenecientes a Francia, Alemania y los países escandinavos han sido lanzados como servicios piloto y ahora hay planes para lanzar a partir de 1996 satélites EUROPSAT financiados por varios países europeos, que radiarán una gran variedad de programas de TV en varios idiomas a todo el continente. También se espera que estos futuros satélites europeos comiencen a transmitir algunos programas de la tecnología HDTV. La introducción de este servicio se ha demorado muchos años en todo el mundo porque para poder recibir la imagen se requiere un aparato de televisión diferente al estándar actual, el cual usa el doble de líneas de barrido por imagen con relación al televisor actual. Es obvio entonces que deberá hacerse una "televisión" excepcional (hablando de programas), para convencer al mundo de las ventajas de este sistema y por ende de cambiar su antiguo aparato. Esta tendencia se presenta actualmente en los Estados Unidos pero su avance ha sido muy lento porque al igual que con la contaminación visual por las antenas de la banda C, implica gastar mucho dinero, además de que son muchos los abonados que reciben televisión por cable.

De cualquier forma, es claro que las transmisiones de los demás satélites continuarán haciéndose en la banda C por muchos años, hasta que quizá el usuario estadounidense -y por ende el mexicano- se convenza de efectuar la transición de la banda C a la banda Ku, dependiendo de la programación ofrecida y la reducción que se vaya dando en el precio de los televisores.

## **Apéndice B**

### **¿Antenas parabólicas pequeñas o antenas planas?**

En la actualidad, los particulares que desean captar canales de TV transmitidos por satélite en la banda Ku en Japón y Europa tienen a su alcance una gran variedad de equipos que pueden incluir ya sea una antena parabólica pequeña o una antena plana. Ambas miden aproximadamente y respectivamente, unos 50cm de diámetro o largo y estéticamente son muy atractivas.

Una antena parabólica pequeña funciona teóricamente de la misma manera que un plato de la banda C; sin embargo, al operar a frecuencias más altas, es obvio que el alimentador y la electrónica asociados varían, al igual que el control de calidad en el acabado de la superficie del plato, el montaje, etc. Por su tamaño reducido, si se desea todo el equipo -incluyendo la antena- se puede colocar dentro de una habitación, cerca de una ventana, siempre y cuando, desde esa posición se pueda orientar el plato hacia el satélite objetivo; la otra alternativa, según el caso y gusto es instalar el plato en el exterior.

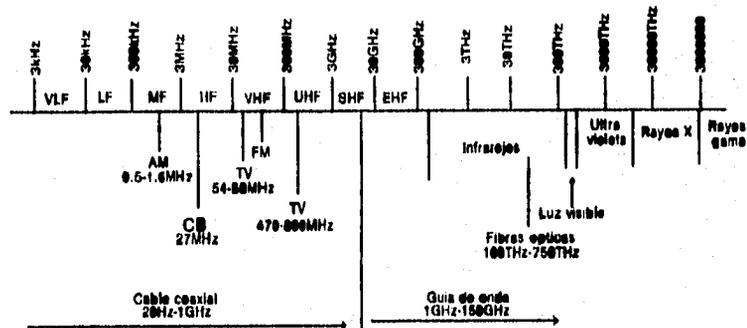
Por su parte, las antenas planas también se pueden colocar en el interior o exterior, y funcionan como un conjunto muy grande de antenas dipolo que suman su potencia en un punto de recolección. Básicamente, una antena plana consiste de tres capas que no hacen contacto entre sí: una placa metálica continua llamada "plano de tierra", una placa de plástico con líneas metalizadas que transmiten o guían la potencia de las señales, y otra placa de plástico metalizado con muchas ranuras rectangulares (aprox. 250) que detectan las señales provenientes del satélite. Todo este arreglo está protegido por una última placa de plástico, que además le da a la antena un aspecto muy atractivo, y que de acuerdo con su color se puede incluso "camuflajear" con la construcción, para que se confunda con la pared o el techo y sea prácticamente invisible.

La ganancia y la calidad de recepción que se obtiene con las antenas planas ofrecidas en el mercado son similares a las que se logran con antenas parabólicas pequeñas; inclusive, las primeras por su dimensión plana, se pueden fabricar fácilmente, siempre y cuando las ranuras y los demás elementos estén bien diseñados.

## Apéndice C

### Radiación Electromagnética.

La radiación electromagnética es la transmisión de energía en forma de ondas que se forman de una componente eléctrica y una magnética. No es posible que exista una onda sin alguna de estas dos componentes. Las formas de radiación electromagnética más familiares son las ondas de radio y las de luz. Las menos familiares son la radiación infrarroja, la luz ultravioleta, los rayos X y los rayos gamma. Todos estos constituyen el espectro electromagnético. Todas estas ondas son esencialmente lo mismo, difiriendo principalmente en la longitud de onda y en la frecuencia de radiación. Todas las ondas electromagnéticas se propagan a través del espacio libre a la misma velocidad que es 299,792.4562 km./sec. Para casi todos los cálculos el valor utilizado es 300,000,000 m/sec.



### El espectro electromagnético.

La radiación electromagnética es casi siempre caracterizada por su frecuencia o su longitud de onda. Cuando las ondas electromagnéticas se ordenan de acuerdo a su frecuencia o longitud de onda, se da lugar a un arreglo llamado espectro electromagnético. Una fuente de radiación como el Sol, una flama o una descarga eléctrica nunca producen solo una frecuencia de onda electromagnética, sino que emiten una mezcla de ondas de muy diferentes frecuencias.

La luz visible, que es la porción del espectro a la que el ojo es sensible, ocupa una banda muy angosta, que se extiende desde  $3.8/10E6$  hasta  $7.5/10E6$  metros.

Las fuentes de radiación electromagnética son cargas eléctricas aceleradas y corrientes oscilatorias. Por ejemplo, la corriente que fluye hacia adelante y hacia atrás en la antena de un transmisor de radio, irradia ondas electromagnéticas en la parte de la frecuencia de radio de el espectro; esas longitudes de onda van desde unos pocos centímetros hasta cientos de metros. Similarmente, el movimiento oscilatorio de los electrones en átomos y moléculas irradian ondas de luz con longitudes de onda que habrán de estar en la región infrarroja ( $1/1000$  a  $1/1,000,000$  mts), la región visible, la región ultravioleta ( $3/10,000,000$  a  $1/10,000,000,000$  mts), o en la región de rayos X ( $1/100,000,000$  a  $1/100,000,000,000$  mts).



## **Conclusiones**

A lo largo de la redacción del presente trabajo hemos podido observar e identificar todos los elementos involucrados en las transmisiones vía satélite. Es de vital importancia entonces, advertir el papel protagónico que cada uno de ellos "juega" y por ende es preciso colocar a cada uno en su justo lugar y en su adecuada dimensión.

Cabe mencionar que la lectura de este texto es un buen punto de partida para el conocimiento amplio de este tipo de transmisiones.

Bajo este trabajo podemos asegurar se encuentran las bases necesarias para poder tener un desenvolvimiento muy favorable en lo que a instalación de antenas se refiere siendo además, un muy buen punto de referencia.

Finalmente agradezco a quien se tome la molestia de leer este texto y le deseo mucho éxito en su búsqueda de este conocimiento.

**Ing. Luis Manuel Castro Camacho**

## Glosario

<b>Azimut</b>	Ángulo horizontal de orientación de una antena parabólica
<b>Decodificación</b>	Proceso que se refiere a la reconversión a una señal original digital.
<b>Demodulación</b>	Proceso que se refiere a la reconversión a una señal original analógica
<b>Dipolo</b>	
<b>Eje focal</b>	Línea imaginaria que cruza el centro del plato parabólico y el foco .
<b>Elevación</b>	Ángulo vertical de orientación de una antena parabólica
<b>Interpolación</b>	Cálculo matemático para obtener valores no precisados en una gráfica
<b>Latitud</b>	Medida angular tomada desde ecuador
<b>LNA</b>	Amplificador de bajo ruido de las antenas parabólicas
<b>Longitud</b>	Medida angular tomada desde el meridiano de Greenwich
<b>Modulación</b>	Proceso mediante el cual una señal es montada en una portadora.
<b>Multiplexación</b>	Proceso mediante el cual se pueden transmitir varias señales diferentes, en una sola portadora
<b>Polarización</b>	Vertical u Horizontal.
<b>Radiación</b>	Propagación de señales electromagnéticas
<b>Realimentación</b>	Feedback
<b>Señal Portadora</b>	Onda electromagnética que se encarga de transportar la información.
<b>Tranceptores</b>	
<b>TWT</b>	Amplificador de potencia de salida del satélite

## ***Bibliografía***

### **Proyectos de Antenas**

E.M. Noll  
Editorial Ceac S.A. 1988  
Primera Edición, Octubre 1988

### **Radiación, Propagación y Antenas para Onda Larga, Onda Corta y Microondas.**

María José Salmerón  
Editorial Trillas  
1981, Segunda Edición 1984

### **Cálculo de Antenas**

A. García Domínguez  
Editorial Alfaomega Marcombo  
Segunda Edición 1992

### **Curso de Instalación de Antenas Parabólicas**

Ángel Bosch Tarrano  
Editores Asociados Mexicanos S.A. de C.V.  
1991

### **Construya e Instale su Propia Antena Parabólica**

Rodolfo Neri Vela  
Bernardo Martínez Avalos  
Editorial Tuki S.A. de C.V.  
1989 Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACyT

### **Multimedia Encyclopedia**

The Software Toolworks  
Grolier  
International Business Machines  
1991, 1992 Grolier, Inc.  
1991, 1992 The Software Toolworks, Inc.