



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

COMUNICACIONES.  
" ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE LA  
ESTACIÓN TERRENA "

TRABAJO DE SEMINARIO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

ANGEL HUMBERTO ALBA ROSAS

ASESOR: ING. JUAN GONZÁLEZ VEGA

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO 1996

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  
AVENIDA DE  
MEXICO

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

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



DEPARTAMENTO DE  
EXAMENES PROFESIONALES

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-Cuautitlán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

Comunicaciones.

Estructura y Funcionamiento de la Estación Terrena.

que presenta el pasante: Alba Rosas Angel Humberto.

con número de cuenta: 8733170-5 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 21 de febrero de 1996.

MODULO:	PROFESOR:	FIRMA:
<u>I</u>	<u>Ing. Alfonso Contreras</u>	<u>M. Antonino de Aguiar Alvarado</u>
<u>II</u>	<u>Ing. Juan González V.</u>	<u>[Firma]</u>
<u>IV</u>	<u>Ing. Joel Sánchez P.</u>	<u>[Firma]</u>

DEP/V0805EN

**A mi familia.**

**A los partners Edgar Medina Martínez**

**Salvador D. González Iturralde**

**A mi partner Darío N. Pérez León**

**A Omar Durán Aguilar**

## ÍNDICE

1 .- Introducción.	1
1.1 Historia Temprana	1
1.2 INTELSAT	4
1.3 La segunda Era	6
2 .- Características de la Antena.	8
2.1 Funcionamiento de la antena	8
2.2 Partes de la antena	9
2.3 Equipo electrónico de la antena	11
3 .- Tipos de Antenas.	15
3.1 Configuraciones y su funcionamiento	15
3.2 Antena Parabólica Reflectora	19
3.3 Antena Reflectora Cassegrain	21
3.4 Antena Reflectora Cassegrain con direccionador de ondas	23
3.5 Antenas tipo Offset	26
3.6 Antenas tipo Offset con reflector dual	27
3.7 Antenas tipo Offset con direccionador de ondas	29
3.8 Materiales utilizados en la construcción de las antenas	31
4 .- Direccionamiento de la antena transmisora y receptora.	36
4.1 Requisitos para direccionar la antena	36
4.2 Orientación en Elevación y Azimut	38
Conclusiones	43
Glosario	45
Bibliografía	50

## **INTRODUCCIÓN.**

Cada estación terrena es parte de un enlace de comunicaciones localizado en la superficie de la tierra. Las estaciones terrenas no están limitadas solamente a aquellas que se encuentran estacionarias en alguna porción de terreno, sino que incluyen barcos en altamar o aviones. Las antenas de estaciones terrenas pueden variar en tamaño desde las antenas receptoras-transmisoras de 30 metros hasta las que miden un poco menos de 1 metro de diámetro, esto de acuerdo al tipo de servicio que presten, a la banda de frecuencia y a su capacidad de transmisión de datos.

La distancia de transmisión entre una estación terrena y un satélite es mucho mas larga que la de dos estaciones de microondas terrenas; por lo tanto, la antena de la estación terrena necesita especialmente una alta ganancia y un bajo nivel de ruido. Ahora mas que nunca, se necesitan antenas con lóbulos laterales de radiación mas pequeños, debido a los crecientes problemas de interferencia ocasionados por los enlaces terrenos de microondas y por los demás sistemas de comunicación via satélite.

### **Historia Temprana.**

El desarrollo de las antenas satelitales data de 1962 cuando un sistema experimental, el Telstar 1; que usaba por primera vez las bandas de comunicación via satélite de 6/4 GHz,

cumplió con la función de transmitir televisión FM y enlaces telefónicos multiplexados. Debido a que el satélite tenía una ganancia muy pequeña, una antena tipo toroidal y un transmisor con una potencia de solamente 2 Watts; se requirieron antenas de una alta ganancia y de bajo nivel de ruido en las estaciones terrenas en Europa y los Estados Unidos. Las estaciones terrenas en Andover, Maine, Estados Unidos y en Pleumeur Bodou, Francia, ambas utilizaron el mismo diseño de antena: antena parabólica reflectora con un diámetro de 20,6 metros. También fué instalada otra antena parabólica reflectora de 24,4 metros de diámetro en Goonhilly Downs en el Reino Unido.

En 1963 un enlace experimental fué establecido através del Océano Pacifico entre los Estados Unidos y Japón, usando el satélite Relay 1 de la NASA, con estaciones terrenas en Mojave, California e Ibaraki, cerca de Tokio. Una antena parabólica reflectora fué utilizada en Mojave, mientras que en Ibaraki se utilizó una antena Cassegrain con 20 metros de diámetro, la cual utilizó una antena de búsqueda de 6 metros de diámetro, esto con el fin de permitir la búsqueda y reorientación periódica del satélite y así ayudar a reducir el nivel de ruido de la antena principal.

Las antenas parabólicas reflectoras tienen características avanzadas en términos de bajo nivel de ruido y una alta eficiencia, pero son grandes y pesadas. Aunque por otro lado, estas antenas tienen una estructura simple y simétrica, pero su eficiencia disminuye al ser necesarios un largo camino que las ondas recorren desde el alimentador (corneta) hasta el

emisor-receptor, lo cual aumenta el nivel de ruido de la antena. Adicionalmente, una alta eficiencia es difícil de lograr en las bandas de 4/6 GHz, debido a lo alto de estas frecuencias.

La configuración Cassegrain tiene algunas ventajas sobre la antena parabólica reflectora: una menor pérdida debida al desborde de las microondas, una unidad de alimentación montada cerca del vértice de la antena (mas accesible al mantenimiento) y una mayor longitud focal equivalente (el foco se encuentra mas cerca al reflector principal), con lo que esta configuración presenta un nivel mas bajo de ruido y una mayor eficiencia. También el costo de construcción de una antena reflectora Cassegrain es mucho menor que el de la antena parabólica reflectora común. Como un resultado de estos factores, las antenas parabólicas reflectoras han quedado fuera de uso en el desarrollo de las antenas para estaciones terrenas.

El Telstar 1 y el Relay 1 fueron satélites de baja altura que parecían moverse a lo largo del firmamento cuando eran observados desde el cielo, por lo que solamente podían estar en contacto con una estación terrena por un limitado periodo de tiempo. En 1963 la NASA lanzó un satélite sincrónico, el Syncom 2, y en 1964 el satélite geoestacionario Syncom 3, el cual fué utilizado para transmitir la cobertura televisiva de los juegos olímpicos de Tokio a los Estados Unidos.

### **INTELSAT (International Satellite Communication).**

En 1965 el satélite geostacionario INTELSAT 1 fué lanzado, para empezar la verdadera era de las comunicaciones via satélite. Estaciones terrenas operacionales fueron construidas por varios países, y los diseños básicos de las antenas parabólica reflectora y Cassegrain marcaron la pauta para la producción de algunas antenas con variantes: la Casshorn, la Cassegrain abierta y la de emisor corrugado. Aunque poco a poco, el diseño que se utilizó mas cada vez fué la configuración Cassegrain; esto debido a las ventajas mencionadas sobre los demás diseños de antena.

En la fabricación de las antenas reflectoras Cassegrain se emplearon dos diseños: el de campo lejano, empleado en las antenas reflectoras Cassegrain simples y el de campo cercano con una corneta reflectora o con una corneta de gran apertura, utilizados como emisor primario. El emisor de gran apertura produce un desborde muy pequeño en el subreflector y disminuye el nivel de ruido. Utilizar la corneta reflectora como principal emisor implica que la cabina del equipo este libre del movimiento de la antena en elevación, usando una guía de ondas con una junta rotatoria la cual tiene una pérdida imperceptible y puede manejar una amplia gama de anchos de banda.

Ejemplos típicos del diseño de campo cercano fueron construidos en Alemania, Raisting 1; y en Japón, Ibaraki 2. Sin embargo, el tamaño de la cabina del equipo era

limitado, y las pérdidas en la guía de ondas aumentaron hasta ser importantes cuando los grandes transmisores de alta potencia no pudieron ser colocados dentro de la cabina del equipo; todo esto limitó al diseño Cassegrain de campo cercano.

Para que las antenas Cassegrain pudieran llenar las necesidades de las antenas de estaciones terrenas, la eficiencia y el nivel de ruido tuvieron que mejorarse, y las pérdidas entre el emisor primario y la cabina del equipo reducirse. Para tener una alta eficiencia y un bajo nivel de ruido, fueron desarrollados la corneta corrugada y el reflector curvo; con lo cual se mejoró la eficiencia desde un 60% hasta un 80%. Además, la utilización de una nueva guía de ondas, construida de un tubo de cobre y no de un cable como en los diseños anteriores; redujo las pérdidas en la transmisión de la energía electromagnética al mínimo, lo cual permitió que el emisor primario pudiera ser colocado al nivel del piso. La combinación de estos nuevos diseños, fué aplicada por primera vez en la antena Cassegrain reflectora con guía de ondas y reflector curvo, de la estación terrena Ibaraki 3 en Japón, la cual operaba con el satélite INTELSAT IV.

En 1980 fué lanzado el primer satélite INTELSAT V, el cual tenía entre sus nuevas características la utilización combinada de dos anchos de banda: 6/4 GHz. y 14/11 GHz., con el uso extensivo de la operación en dos modos de polarización. Muchas antenas de estaciones terrenas de la banda 4/11 GHz. emplearon la misma configuración Cassegrain con guía de ondas y reflector curvo diseñada para la banda de 4/6 GHz.

En 1982, la Organización Internacional Marítima de Satélite, INMARSAT (por sus siglas en inglés), puso en operación el sistema móvil de comunicación via satélite para comunicaciones marítimas.

### **La Segunda Era.**

Con el incremento en la potencia de amplificación de los satélites y la simplificación de los diseños de estaciones terrenas, los enlaces de bajo costo y las instalaciones con estaciones terrenas mas pequeñas proliferaron, con lo que se dió comienzo a la segunda era de las comunicaciones via satélite. Mientras que el sistema INTELSAT se basó originalmente en la utilización de un pequeño número de estaciones terrenas de gran potencia en solamente algunos países, los sistemas de comunicación comerciales, como el INTELSAT Bussiness Services (IBS), gradualmente fueron introducidos. Estos sistemas proveen enlaces directos a pequeñas estaciones terrenas localizadas en las oficinas de las grandes empresas, lo cual llevó a la necesidad de diseñar antenas pequeñas, las que debían ser instaladas en grandes cantidades.

Los satélites de comunicaciones fueron diseñados inicialmente para operar en enlaces telefónicos y televisivos internacionales, pero las necesidades de enlaces domésticos crecieron rápidamente. Los servicios típicos domésticos de comunicaciones via satélite incluyen enlaces televisivos, enlaces multiplexados telefónicos, distribución de televisión por

cable y comunicaciones comerciales. Los sistemas de antenas son generalmente similares a aquellos usados en enlaces internacionales, pero, particularmente en el caso de la recepción de televisión por cable comercial via satélite, antenas de una pequeña abertura y solamente receptoras, son instaladas directamente en el hogar del usuario. Desde mediados de 1980, se establecieron cadenas de comunicación via satélite las cuales utilizaban antenas con una terminal de apertura muy pequeña (VSAT); proporcionando enlaces en dos sentidos (transmisión-recepción) con antenas de diámetros cercanos a los 2.4 metros. En estas antenas tan pequeñas las configuraciones tipo offset son empleadas para lograr pequeños niveles de desborde.

Los sistemas domésticos de comunicación via satélite están basados principalmente en las bandas 6/4 GHz., 14/11 GHz. y 14/12 GHz., aunque los satélites de comunicaciones japoneses tienen capacidades de emplear las bandas 6/4 GHz. y 30/20 GHz. Como las antenas de las estaciones terrenas están instaladas en los techos de edificios de áreas metropolitanas, se emplean diseños con dos reflectores y de tipo offset, esto con el fin de llenar los severos requerimientos para lograr niveles pequeños de desbordamiento.

## **CARACTERÍSTICAS DE LA ANTENA**

### **Funcionamiento de la antena.**

La antena es el primer dispositivo que recibe señales transmitidas por un satélite de comunicación. De su diseño y construcción depende la calidad de recepción de la señal.

Una antena está formada por una superficie volumétrica de un paraboloides de revolución. Esta sostenida por una base, la cual se mueve en dos direcciones: elevación y azimut, lo cual permite la orientación de la antena a un satélite geoestacionario.

La función de la superficie volumétrica es reflejar las ondas electromagnéticas que vienen del satélite y que inciden sobre ella hacia un punto imaginario de la antena llamado foco.

Entre más grande y más aproximado a un paraboloides sea la superficie, mayor será la concentración de energía en el foco y mejorará la calidad de la señal recibida.

El paraboloides consta de 12 pétalos; en el caso de una antena parabólica casera para recepción de televisión vía satélite; y la base es de tipo elevación-azimut, que es el más práctico en latitudes geográficas intermedias norte o sur.

El material es de perfiles comerciales de fierro. Un perfil es un acabado con el cual se vende el fierro, por ejemplo en forma de ángulo, solera, canal. etc. Su precio es bajo comparado con el del aluminio.

El equipo electrónico que debe de añadirse a la antena es: alimentador, amplificador de bajo ruido, convertidor de bajada y el receptor , además de los cables. El costo va a depender del tipo de receptor que se utilice: por ejemplo que si tiene o no control remoto, demoduladores de sonido en estereofonía, indicadores de nivel de señal, capacidad de programación, etc.

#### **Partes de la antena.**

A continuación se describen las partes de una antena receptora de televisión casera, las cuales son utilizadas en general en la mayoría de las antenas, hasta en las de mayor tamaño (estaciones terrenas), aunque sufren algunas modificaciones para poder manejar la gran capacidad de una antena mas grande:

**Base fija de la antena:** La base fija sostiene a la antena y le permite sujetarla al lugar de su instalación. Esta formada por perfiles de ángulo, disco, tornillo y una tuerca.

**Tubo de elevación:** La función del tubo de elevación es permitir que la antena gire hacia arriba o hacia abajo para orientarla con el ángulo de elevación correcto.

**Disco de azimut:** El disco de azimut permite que la antena se mueva horizontalmente, para orientarla con el ángulo de azimut correcto.

**Pétalos:** Los pétalos que forman el plato parabólico son 12, dos de ellos tienen un soporte que los une al tubo de elevación. Cada pétalo tiene un marco de 3 secciones de ángulo, 3 soleras laterales y 4 tramos de lámina que lo cubren en su totalidad. En las grandes antenas de estaciones terrenas no se utilizan pétalos, sino paneles de superficie diseñados para formar el gran plato de este tipo de antenas. Estas estructuras varían en diseños, llegando a ser simplemente agujeros cavados en el suelo para antenas gigantes.

**Base del alimentador:** La base del alimentador sirve para sostener a uno de los dispositivos del equipo electrónico, llamado alimentador, mismo que debe de estar colocado en el foco del paraboloide (punto imaginario donde se concentra la energía captada por la antena, proveniente del satélite geostacionario al que está orientada). Para los casos de las antenas gigantes, esta base se forma por 3 cables colgantes de acero.

### **Equipo electrónico de la antena**

Los elementos del equipo electrónico son : el alimentador, el amplificador de bajo ruido, el convertidor de bajada y el receptor. Los tres primeros van colocados en la misma antena, mientras que el receptor se instala en un lugar cercano al aparato de televisión. En algunas instalaciones se coloca el convertidor de bajada debajo o atrás de la antena y se une al amplificador de bajo ruido con un cable coaxial. Como en la parte anterior, estas partes se encuentran también en las grandes antenas de las estaciones terrenas, pero están diseñadas para trabajar a una mayor potencia, por lo que no son exactamente iguales pero funcionan de la misma forma.

**Alimentador:** Cuando las ondas que vienen del satélite se reflejan por el paraboloide, se concentran en el foco geométrico del mismo, aquí se coloca el alimentador para que reciba las ondas concentradas y las guíe hacia el ABR (Amplificador de Bajo Ruido). El alimentador se monta en la base construida quedando centrado con respecto al centro del paraboloide. Un alimentador para sistemas de recepción de TV vía satélite tiene en su interior una pequeña antena que se mueve en dos direcciones: vertical u horizontal. Su movimiento se dirige a control remoto por medio de tres cables conectados a él desde el receptor. La posición vertical u horizontal determina el canal que va a sintonizar ya que algunos satélites transmiten canales en polarización vertical y otros en polarización

horizontal, así como otros en ambas simultáneamente, el alimentador solo funcionará en un tiempo determinado y en una sola de sus dos posiciones.

**Amplificador de bajo ruido (ABR):** La concentración de energía en el foco geométrico de la antena parabólica es grande, en amplificación, pero la potencia que llega es baja, con relación a la que se necesita para la señal de la TV, por lo que se añade una etapa preamplificadora a la salida del alimentador con el amplificador de bajo ruido. Debido a la frecuencia de operación del ABR, el ruido eléctrico interno es grande y distorsiona la señal de la TV. Para esto se añaden filtros y etapas de realimentación. La capacidad de eliminar el ruido se le conoce con el nombre de "temperatura de ruido" la cual se da en grados kelvin. Entre menos grados de temperatura de ruido tenga un ABR en su frecuencia de operación, mejor será su calidad de amplificación.

**Convertidor de bajada:** Este se vende junto con el receptor, su función es bajar la frecuencia de la señal a una frecuencia de 70 MHz la cual; se conoce como "frecuencia intermedia", además de realizar otra etapa de amplificación. Este se conecta con la salida del ABR mediante un cable coaxial, el cual es preferible para evitar pérdidas de potencia de la señal. La alimentación de c.d. que necesita el ABR se la proporciona el conector por medio del convertidor de bajada, así mismo para el cable coaxial. El convertidor de bajada obtiene la alimentación de c.d. por dos conductores que van conectados al receptor. La señal sale del convertidor de bajada por un cable coaxial que se conecta al receptor.

En la instalación casera de una antena para recepción de televisión via satélite deben de conectarse los siguientes cables:

- Tres conductores que van del alimentador al receptor.
- Dos conductores que van del convertidor de bajada al receptor.
- Un cable coaxial que va del convertidor de bajada al receptor.
- Todos estos conductores van a la parte posterior del receptor.
- Si la distancia del cable es de 30 m se usa un cable EKC de 3 pares #22.
- Si la distancia del cable es mayor de 50 m se usa un cable EKC de 3 pares #20 para los cinco primeros conductores.
- El cable coaxial es de RG-6

**Receptor:** Las ultimas etapas tales como demodulación, mezclado y amplificación de la señal las lleva a cabo el receptor. Los receptores contienen los siguientes elementos: controles, entradas, salidas y fuentes de alimentación. Existen varias clases de receptores, los cuales varían en la complejidad de su electrónica, ya que existen algunos que contienen decodificadores (para poder recibir canales codificados), programadores de eventos, búsqueda automática, etc. Un receptor básico contiene las siguientes partes:

- a) Encendido y apagado.
- b) Selector de 24 canales.

- c) Selector de polaridad: horizontal o vertical.
- d) Ajuste de polaridad.
- e) Sintonía de audio.
- f) Galvanómetro.
- g) Barrido de canales.
- h) Salida de la señal de TV canal 3 o 4.
- y) Selector de canal 3 o 4.
- j) Salida de audio.
- k) Salida de video.
- l) Salidas para estereofonía.
- m) 3 conexiones: GND, Vcc y pulsos.
- n) Alimentación de CD para el convertidor el ABR.
- ñ) Alimentación de CA.
- o) Entrada para la señal con frecuencia de 70 MHz .

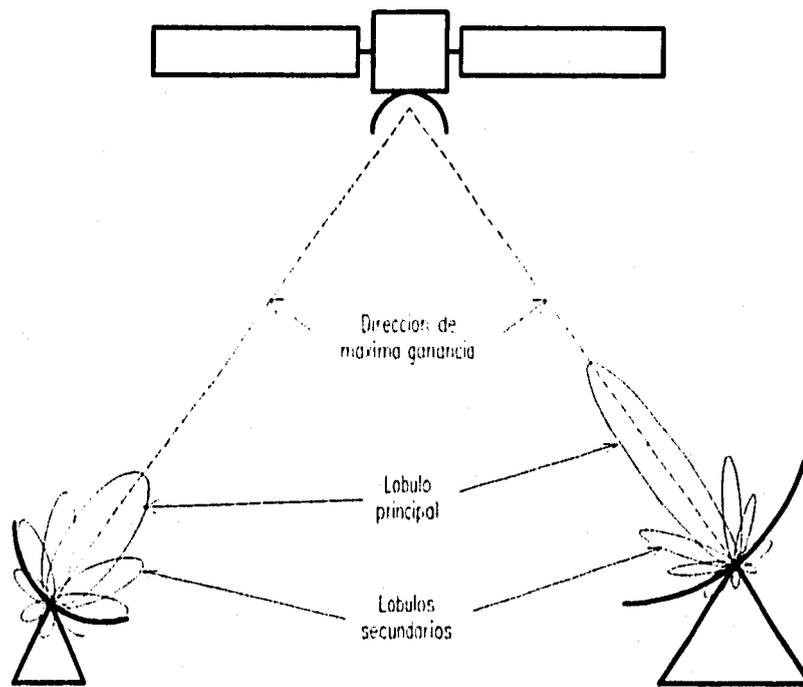
## **TIPOS DE ANTENAS.**

### **Configuraciones geométricas y su funcionamiento.**

Las características más importantes de una antena son su ganancia y su patrón de radiación. La ganancia es la capacidad de la antena para amplificar las señales que transmite o recibe en cierta dirección, y se mide en decibeles en relación con la potencia radiada o recibida por una antena. Por lo tanto, siempre se desea tener la mayor ganancia posible en la dirección en la que vienen las señales que se quieren recibir, o en la que se va a transmitir algo, y la mínima en todas aquellas otras direcciones que no sean de interés; de allí que los lóbulos laterales o secundarios de radiación de la antena deben ser lo más pequeños que sea posible, para que no capten señales indeseables provenientes de otros satélites o de sistemas terrestres de microondas, o bien para que no transmitan en direcciones no autorizadas o innecesarias. Estrictamente, la ganancia de una antena tiene siempre un valor definido en cualquier dirección a su alrededor, pero por convención se acostumbra asociarla a la dirección de máxima radiación, que es el eje del lóbulo principal de su patrón de radiación (*Figura 2.1*) su valor depende de varios factores, entre ellos el diámetro de la antena, su concavidad, la rugosidad de su superficie, el tipo de alimentador con el que es iluminada, así como la posición y orientación geométrica del mismo. Cuanto mayor es el diámetro de una antena parabólica, mayor es su ganancia, su haz o lóbulo principal de radiación es más angosto, y los lóbulos secundarios se reducen; asimismo, si su diámetro se

conserva fijo, el mismo efecto anterior se obtiene mientras mayor sea la frecuencia de operación, pues "eléctricamente" hablando, la antena es mas grande en términos de longitud de onda.

Una antena parabólica tiene la propiedad de reflejar las señales que llegan a ella y concentrarlas (como si fuera una lente) en un punto común llamado foco (modo de recepción); asimismo, si las señales provienen del foco, las refleja y las concentra en un haz muy angosto de radiación (modo de transmisión). Este foco coincide con el foco geométrico del paraboloides de revolución que representa matemáticamente a la antena y en él se coloca el alimentador, que por lo general es una cometa (o polarizador) (*Figura 2.2*); el tipo de alimentador define la ganancia final de la antena y las características de sus lóbulos.



**Figura 2.1** Patrón de radiación de la antena de dos estaciones terrenas.

Las antenas parabólicas son ampliamente usadas en estaciones terrenas de comunicación via satélite. Existen 4 tipos comunes de antenas: antenas parabólicas reflectoras, antenas Cassegrain reflectoras, antenas Cassegrain con direccionador de ondas y antenas tipo Offset.

Para calcular el foco de una antena parabólica se utiliza la siguiente fórmula:

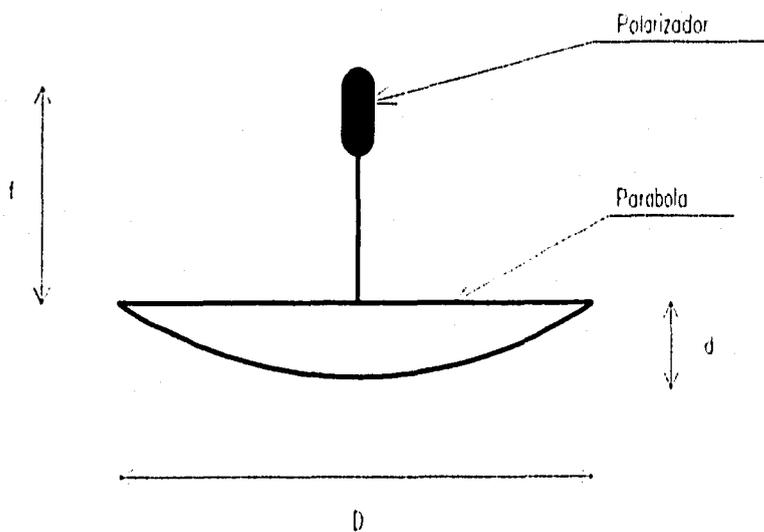
$$f = \frac{D^2}{16d}$$

cuyas dimensiones utilizadas en la fórmula se muestran en la siguiente figura (*Figura 2.2*):

D = diámetro del plato

d = profundidad del plato

f = distancia focal

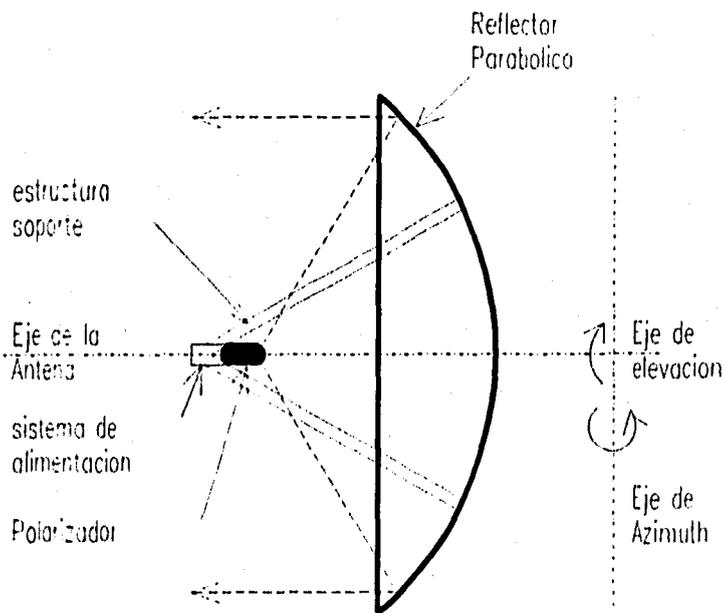


**Figura 2.2** Partes y dimensiones principales de una antena parabólica reflectora.

### **Antena Parabólica Reflectora.**

En una antena parabólica reflectora (*Figura 2.3*), el eje del alimentador o corneta coincide con el eje de la antena, y la apertura por la que radia está orientada hacia el suelo; esto último presenta el inconveniente de que la energía radiada por el alimentador que se desperdicia por desborde, se refleja parcialmente al tocar el suelo y puede degradar la calidad de la señal transmitida. Asimismo, si la antena está recibiendo del satélite, los rayos que incidan sobre el piso cerca de la antena se reflejan hacia el alimentador, y pueden causar una degradación en la calidad de la señal recogida al sumarse fuera de fase con los rayos directos que son reflejados por el plato parabólico. El desborde de la radiación del alimentador se puede reducir si se aumenta el diámetro de la antena o si se utiliza un alimentador de mayor directividad (mas complicado de fabricar y normalmente de mayores dimensiones), pero esto puede convertir a la antena en demasiado voluminosa, o bien el alimentador y su estructura de soporte bloquean mas el paso libre de las señales con la consecuente degradación de las mismas. A pesar de tales desventajas, incluyendo la del montaje del equipo electrónico inmediatamente atrás del alimentador, esta antena resulta fácil y económica de construir, y para ciertos fines su operación es satisfactoria, por lo que se usa casi universalmente en las estaciones caseras receptoras de televisión, donde la calidad de recepción de las señal es suficiente, puesto que se consume localmente y no es necesario que pase por etapas adicionales de procesamiento, como si ocurre en la telefonía multicanal o distribución de televisión.

Una antena parabólica reflectora tiene la configuración de la siguiente figura (Figura 2.3):



**Figura 2.3 Antena parabólica reflectora.**

Para un mejor mantenimiento de antenas grandes, el equipo electrónico como el sistema de alimentación, LNA (Low Noise Amplifier), y el HPA (High Power Amplifier) deben permanecer estáticos cuando la antena rota en elevación. La antena Cassegrain modificada con alimentador de corneta reflectora fué diseñada con éste fin; ésta antena es

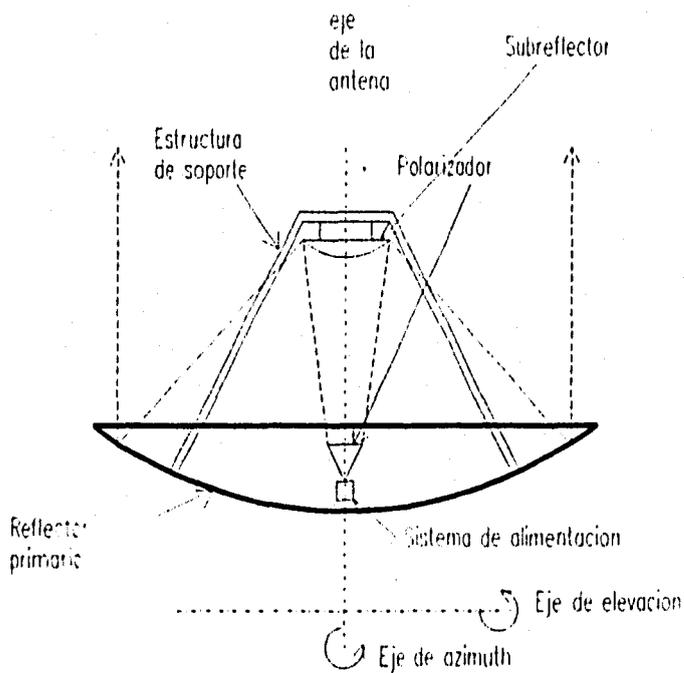
alimentada por un emisor que se encuentra fuera de la antena. Además usando un direccionador de ondas, el equipo electrónico se encuentra libre de rotación de la antena en azimut o elevación.

### **Antena Reflectora Cassegrain**

La antena reflectora Cassegrain es mucho mas eficiente que cualquiera de los demás tipos de antenas parabólicas y su ganancia es mayor, pero su precio es mas alto. Se utiliza en la mayor parte de las estaciones terrenas transmisoras y receptoras de televisión, así como en todas las que transmiten y reciben cantidades muy grandes de telefonía y datos, incluyéndose en ellas desde las pequeñas antenas de las empresas hasta las medianas y grandes usadas en el servicio público doméstico e internacional. Su configuración geométrica involucra a un segundo reflector con superficie hiperbólica, llamado "subreflector", y el alimentador o corneta ya no tiene su apertura orientada hacia el piso, sino hacia arriba, por lo que el ruido que se introduce en las señales ya no es generado por reflexiones en la Tierra sino principalmente por emisiones de la atmósfera. Los ejes de la parábola, el alimentador y la hipérbola coinciden, y el diseño es equivalente a tener una antena imaginaria menos cóncava y con un alimentador mas alejado de su vértice; de esta forma, la parábola equivalente (o sea, en realidad la Cassegrain) captura mejor la energía radiada por la corneta y el desborde se reduce significativamente. Además con el diseño reflector Cassegrain se tiene la ventaja de que el equipo electrónico se puede colocar sin problemas en una pequeña cabina

inmediatamente atrás del alimentador y sin importar mucho su peso y dimensiones, reduciéndose así todo tipo de pérdidas por cableado.

Esta antena está formada por un reflector principal, un subreflector y un emisor primario como se ilustra en la *figura 2.4*. Es ampliamente utilizada por estaciones terrenas, debido a su alta eficiencia y su bajo ruido; además de tener un fácil acceso al equipo electrónico, en comparación una antena parabólica normal.



**Figura 2.4 Antena reflectora Cassegrain**

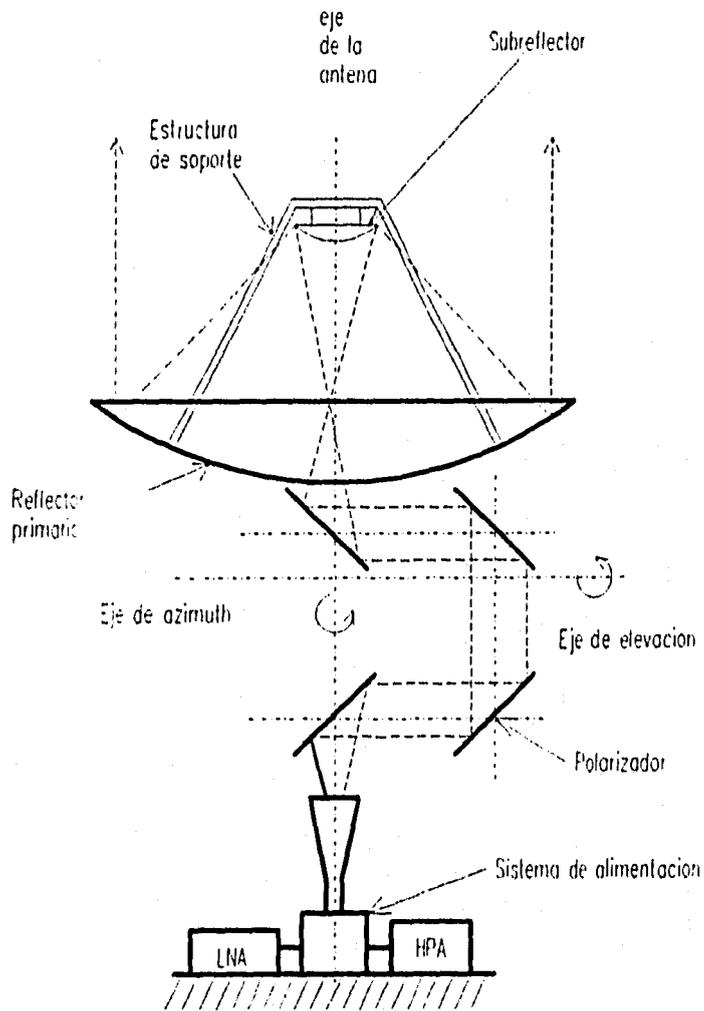
### **Antena Reflectora Cassegrain con direccionador de ondas**

En el caso de las estaciones mas grandes se tiene la opción de emplear la configuración Cassegrain con direccionador de ondas (*Figura 2.5*), que en realidad es una variante del telescopio diseñado por el científico francés N. Cassegrain en 1672. Este tipo de antena tiene un ancho de banda de frecuencias de operación mayor que la reflectora Cassegrain simple, permite colocar el alimentador y a todo el equipo electrónico asociado en una construcción que, además de protegerlos de las condiciones ambientales, los pone al alcance del personal de mantenimiento, y adicionalmente el equipo es independiente de cualquier movimiento que la antena haga en elevación o azimut. La condición de las señales desde el alimentador hasta los reflectores parabólicos e hiperbólicos se realiza por medio de un haz que se refleja en los cuatro reflectores internos del sistema. De estos reflectores, dos son coaxiales con el eje de elevación de la antena (es decir, que sus ejes son paralelos y además se superponen) y los otros dos lo son con el eje de azimut; cada espejo o reflector produce una reflexión de  $90^\circ$  de los rayos de la señal, y normalmente se utilizan dos planos y dos elípticos o parabólicos. El efecto total es como si el alimentador se alargase hasta el vértice de la parábola, como si fuera un periscopio imaginario.

El emisor con direccionador de ondas es utilizado como el emisor primario debido a que tiene una pequeña pérdida en la transmisión, tiene una distribución de amplitud rotacionalmente simétrica. La *figura 2.5* nos muestra el direccionador de ondas típico, el

cual utiliza 4 reflectores, tres curvos y uno plano, y un emisor corrugado. El reflector principal, el subreflector y el reflector plano, están rotados alrededor del eje de elevación. Todo el sistema de la antena con excepción del emisor pueden ser rotados alrededor del eje de azimut mientras el emisor se encuentra estacionario.

El flujo electromagnético irradiado por el emisor es reflejado por el reflector curvo #1, por el #2 y el #3 y guiado al subreflector via el reflector plano # 4. Siendo así enviado el flujo electromagnético al punto focal del subreflector.



**Figura 2.5 Antena Cassegrain con direccionador de ondas**

### **Antenas tipo offset**

El bloqueo del alimentador, el equipo electrónico y la estructura de soporte se puede eliminar si se utiliza una antena parabólica tipo offset (*Figura 2.6*). En este caso, solo se emplea una sección del plato parabólico y la apertura del alimentador se gira para que apunte hacia ella; es decir, los ejes de la corneta (alimentador) y del paraboloide no coinciden, de allí el nombre de alimentación descentrada (offset). Sin embargo, la construcción de toda la estructura reflectora y de soporte es mas costosa que la de alimentación frontal, además de que no se resuelve el problema de desborde por las orillas de la superficie parabólica. De cualquier forma, este tipo de antena se utiliza en varias estaciones receptoras y transmisoras de televisión, telefonía y datos, aunque la reflectora Cassegrain es mucho mas utilizada.

El emisor primario y el subreflector de las antenas tipo offset no bloquea a la emisión del reflector primario. por lo que los niveles de desborde nos significativamente mas pequeños que los de las antenas parabólicas reflectoras. Las antenas tipo offset son ampliamente utilizadas en estaciones terrenas para reducir la interferencia causada por otros satélites y por redes terrestres de comunicación via microondas. Esto debido a que el área del reflector primario es mas pequeña por lo que se pueden direccionar con mas precisión. Otra ventaja de las antenas offset es que cuando se selecciona una configuración apropiada, éstas antenas ofrecen una resistencia al viento mucho menor.

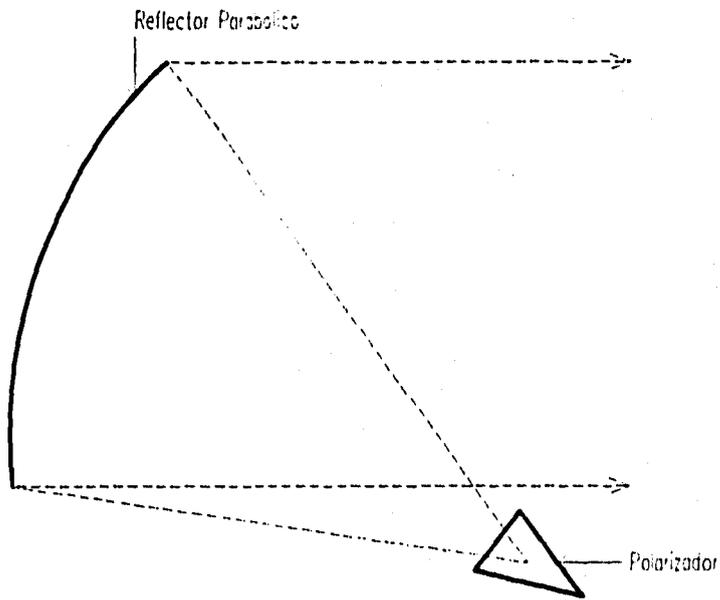
### **Antenas tipo Offset con reflector Dual.**

Las antenas offset de reflector dual son utilizadas con emisores múltiples y con desplazamiento mecánico del subreflector.

Las antenas offset de un solo reflector tienen una distribución asimétrica de amplitud en la apertura, un nivel relativamente alto de polarización cruzada y una pequeña ganancia. Las antenas offset con reflector dual pueden ser diseñadas para que el reflector primario y el subreflector generen componentes inversos de polarización cruzada que se cancelen con los positivos para igualar el nivel de polarización cruzada al de una antena parabólica reflectora común.

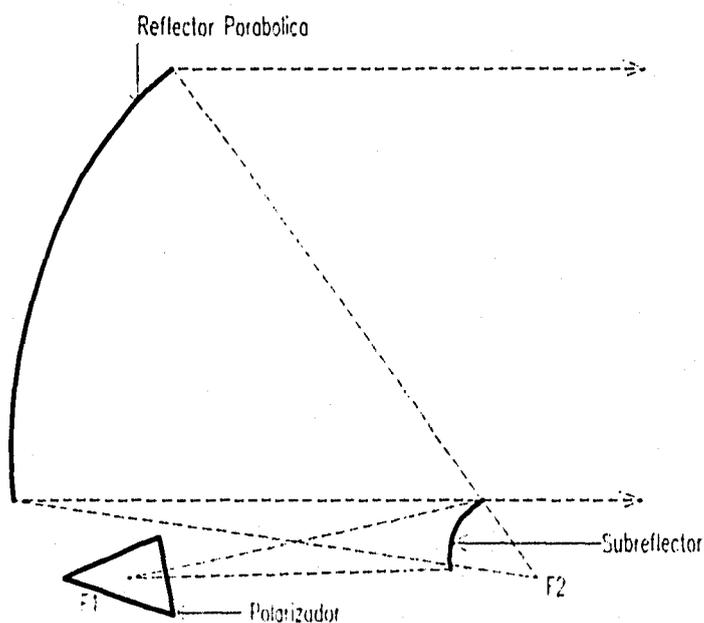
Además en las antenas tipo offset de 2 reflectores, las formas del reflector pueden ser diseñadas para que se tenga una distribución de apertura axialmente simétrica y alta ganancia, esto usando un emisor con un patrón de emisión axialmente simétrica.

Cuando se emplea un direccionador de ondas, la forma de los reflectores curvos y del subreflector están diseñados también para producir una amplitud de distribución axialmente simétrica.



**Figura 2.6 Antena tipo offset**

La siguiente figura (*Figura 2.7*) muestra una antena tipo offset con un reflector, la cual es empleada en estaciones terrenas de baja capacidad y para la recepción de transmisiones de televisión via satélite.

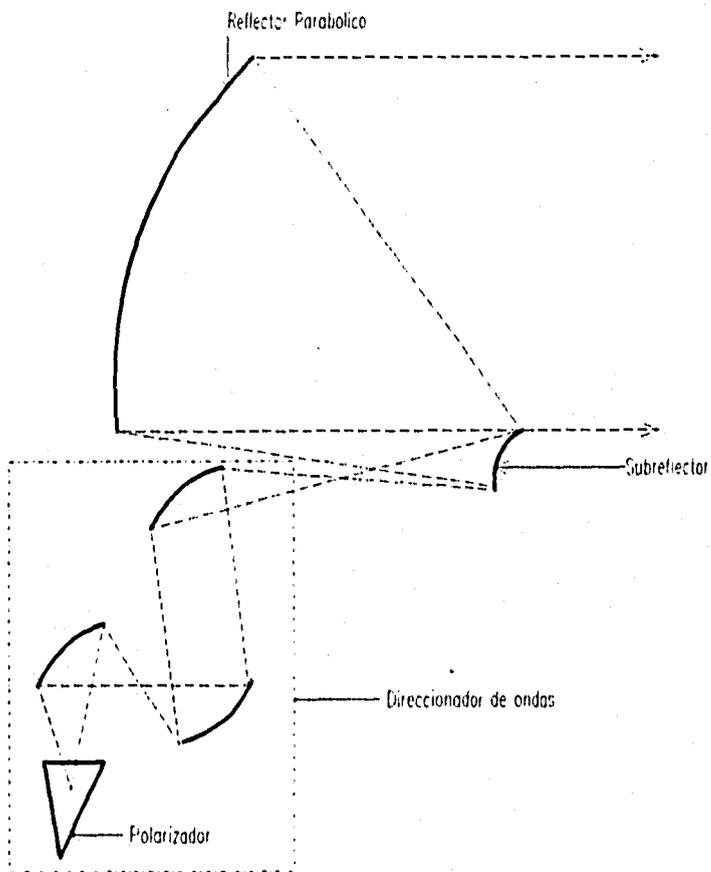


**Figura 2.7 Antena tipo offset con un reflector**

**Antena tipo Offset con direccionador de ondas.**

La siguiente figura (*Figura 2.8*) muestra una antena tipo offset con direccionador de ondas. Este tipo de antena tiene una alta eficiencia, además de que no se obstruye al reflector principal. La alimentación proporcionada por la guía de ondas provee una distribución del flujo electromagnético axialmente simétrico, lo que significa que la densidad de la energía electromagnética es igual en cualquier punto reflejado del plato principal. El subreflector y el reflector primario deben de estar diseñados para mantener y reflejar esta

distribución simétrica de las ondas electromagnéticas, esto se logra controlando y eliminando al máximo las deformaciones indeseables en el diseño de los reflectores.



**Figura 2.8 Antena tipo offset con direccionador de ondas**

Además de los tipos de antenas mencionados, existen varios otros que también son empleados en ciertas aplicaciones, aunque en realidad son muy pocas. Por ejemplo, la antena toroidal es un reflector que en su plano vertical tiene una curvatura parabólica, mientras que en el plano horizontal la curvatura es circular; presenta la ventaja de que puede recibir simultáneamente las señales provenientes de varios satélites situados en una sección del arco geostacionario sin necesidad de moverla, y sus dimensiones son relativamente pequeñas del orden de 10 metros de diámetro. Asimismo, se puede utilizar una antena Cassegrain con alimentador descentrado para eliminar el bloqueo del subreflector hiperbólico, o bien las nuevas antenas planas con control de fase que pronto tendrán su aplicación principal en las estaciones de vehículos terrestres. De cualquier forma, las antenas parabólicas reflectoras y reflectoras Cassegrain son las más aceptadas en la actualidad, tanto en la banda C como la Ku, y tal parece que así seguirá siendo por muchos años.

#### **Materiales utilizados en la construcción de las antenas.**

Los criterios que se utilizan para la selección de un material son los siguientes:

- a) Resistencia: suficiente para soportar la estructura y la temperatura.
- b) Distorsión termal: la más baja posible
- c) Duración.

A continuación se mencionan algunos de los materiales mas utilizados en las construcción de antenas en la actualidad:

### **CFRP (Carbon Fiber Reinforced Plastic)**

Es un material compuesto hecho de fibras de carbón y resina epóxica, ampliamente usado en la estructura de la antena. Sus características de distorsión termal y resistencia son los ideales para la antena de un satélite. Además la resina epóxica tiene una larga duración contra la radiación, por ser un material químico. Otra ventaja es que se puede manipular el coeficiente de distorsión termal y la dureza, seleccionando el contenido de fibra de carbono. La CFRP es utilizada en el exterior de toda la estructura, además puede usarse en el reflector principal para no metalizar la superficie. Las fibras de carbón utilizadas en el CFRP se clasifican en dos grupos: alta dureza y módulo alto. Las propiedades físicas de ambos módulos se muestran en la *tabla 2.9*. En las estructuras de las antenas, el CFRP se usa principalmente en la cara principal de la superficie del plato como una superficie reflejante y también en tubos, canales, ángulos y en otros miembros estructurales. Como el CFRP es un buen reflector, se puede utilizar como superficie reflejante para no metalizar la misma. De todas formas, la metalización de la superficie se lleva a cabo muchas veces para reducir la pérdida en la transmisión en guías de ondas y filtros de microondas o para evitar la orientación de las fibras debido a la corriente eléctrica. Para esta metalización se utiliza generalmente aluminio condensado al vacío.

<b>Propiedad / Grupo</b>	<b>Alta dureza</b>	<b>Módulo alto</b>
<b>Resistencia a la tensión (MPa)</b>	$3.0 \times 10^3$	$2.4 \times 10^3$
<b>Módulo de Tensión (Mpa)</b>	$2.3 \times 10^5$	$4.0 \times 10^5$
<b>Gravedad Específica</b>	1.75	1.81
<b>Coefficiente de expansión (<math>10^{-4}/^{\circ}\text{C}</math>)</b>	-0.7	-1.2

*Tabla 2.9 Propiedades típicas de las fibras de carbono.*

#### **KFRP (Kevlar Fiber Reinforced Plastic)**

También es un material compuesto hecho de Kevlar (Dupont) y resina epóxica. Este material es inferior al CFRP en sus coeficientes de expansión, pero tiene una menor pérdida de transmisión. Por eso se utiliza en capas inferiores de la antena, en superficies de frecuencia selectiva y en el polarizador.

### **Titanio**

Aunque el CFRP tiene excelentes propiedades, tiene un punto débil llamado desprendimiento interlaminar. Por lo que no es recomendable en ciertas partes de la estructura (uniones). Para estas partes se utiliza el titanio debido a su fuerza de cohesión y su bajo coeficiente de expansión, que es menos de la mitad que el del aluminio. La única desventaja del titanio es su dificultad para ser trabajado.

### **Aluminio**

Es el material metálico más popular. Su utilización se limita a los paneles de la estructura debido a su alto coeficiente de expansión. Aunque es muy utilizado en antenas caseras para recepción de televisión vía satélite.

### **NOMEX (Dupont)**

Este tipo de fibras tienen baja pérdida de transmisión y un bajo coeficiente de expansión. NOMEX es equivalente al aluminio en fuerza y duración. Pero tiene un coeficiente de expansión más alto.

### **FRM (Fiber Reinforced Metal)**

Es un material compuesto hecho de metal y fibras. Comúnmente se utiliza aluminio, y como fibras se utilizan las de carbono, boro-tungsteno, silicón-calcio o alúmina ( $Al_2O_3$ ).

FRM es superior al aluminio en coeficiente de expansión y resistencia, tiene bajo desprendimiento interlaminar y conductividad. Este material tiene muchas ventajas con respecto a los demás, sus propiedades se comparan en la *Tabla 2.10*. El FRM se aplica en los siguientes casos:

- a) Cuando se aplica a los miembros de una antena grande en lugar del CFRP, la distorsión termal de la antena debido a diferencias de temperatura en la estructura se reducirá debido a la alta conductividad de calor del FRM.
- b) Cuando se aplica a la cara principal del plato en lugar de aluminio, se tendrá una alta conductividad de calor y se logrará además un menor peso.
- c) Cuando se aplica a guías de onda en vez del CFRP, se tendrán guías de ondas de una gran dureza y resistencia y además se podrán chapar de oro fácilmente.

<b>Material \ Propiedad</b>	<b>Resistencia a la tensión (<math>\times 10^7</math>)</b>	<b>Módulo específico (<math>\times 10^7</math>)</b>	<b>Resistencia al corte (MPa)</b>	<b>Conductividad de calor (Kcal/mhr)</b>	<b>Coefficiente de expansión (<math>10^{-6}/^{\circ}\text{C}</math>)</b>
<b>FRM</b>	1.9	3.4	300	174	14.4
<b>Aluminio</b>	1.8	2.6	260	102	23.0
<b>CFRP</b>	3.4	7.2	51	13	3.2

*Tabla 2.10 Propiedades típicas de algunos materiales.*

## **DIRECCIONAMIENTO DE LA ANTENA TRANSMISORA Y RECEPTORA**

### **Requisitos para direccionar la antena.**

Una antena puede recibir señales emitidas por satélites geoestacionarios si cumple con las siguientes características:

- a) Que el satélite sea visible desde el lugar donde es instalada la antena. Esto se logra por medio de la carta universal de contornos de ángulos de elevación y azimut. La cual debe de tener un ángulo de elevación mayor de  $10^{\circ}$ .

b) Que la huella de iluminación del satélite cubra con un buen nivel de potencia la zona geográfica de la antena.

c) El equipo electrónico está diseñado para que el satélite radie con un mínimo de 36 dbw (decibeles de intensidad sobre un watt de referencia) de potencia efectiva hacia la zona donde está la estación terrena. Señales que no alcancen estos niveles de potencia también pueden ser captadas y reproducidas por el receptor, pero con menor calidad de imagen, la cual se puede mejorar con una antena de mayor diámetro (su capacidad de amplificación aumenta con su tamaño) o equipo de mayor eficiencia y costo.

d) Que la frecuencia de las señales transmitidas por el satélite estén entre 3.7 y 4.2 GHz (banda C).

e) Es importante que entre la pared frontal de la antena y el satélite no haya obstrucciones tales como árboles, edificios, montes, etc. Para saber si hay tales obstrucciones se deben de conocer los ángulos de elevación y de azimut de acuerdo con el satélite elegido.

La antena debe ser direccionada hacia el ecuador. Con un cierto grado de elevación, el azimut está relacionado con la posición del satélite sobre el ecuador y la rotación es para centrar la emisión de la parábola en el satélite.

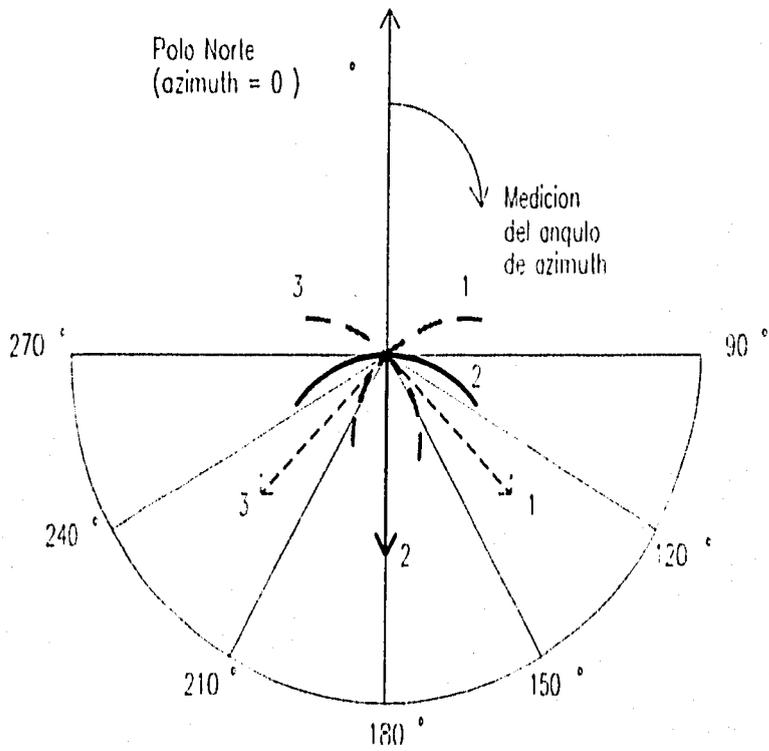
### **Orientación en elevación y azimut.**

La orientación de la antena de una estación terrena hacia un satélite geostacionario se realiza ajustando dos ángulos, en elevación y azimut; los valores de estos ángulos dependen de la posición geográfica de la estación (en latitud y longitud) y de la ubicación en longitud del satélite. Tomando como referencia al eje de simetría del plato parabólico, que coincide con su eje de máxima radiación, el ángulo de azimut es la cantidad en grados que hay que girar la antena en el sentido de las manecillas del reloj (con relación al norte geográfico de la Tierra) para que ese mismo eje de simetría pase por la posición en longitud del satélite (*Figura 3.1*).

En el caso de la elevación se tiene que:

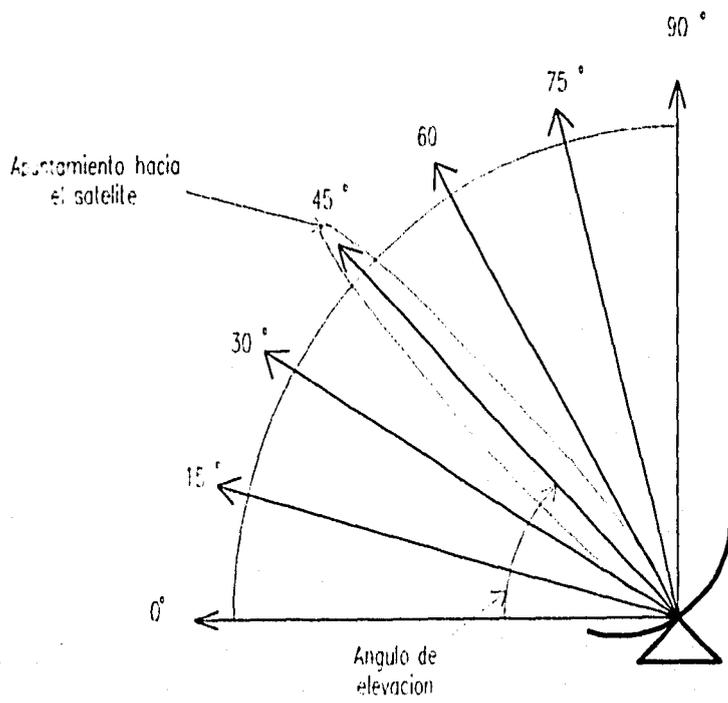
$$\text{Ángulo del eje polar} + \text{Ángulo de declinación} = \text{Ángulo de elevación.}$$

Para toda latitud se tiene un valor de eje polar y de declinación, por lo que sumándolos obtendremos el ángulo de elevación que deberá tener la antena.



**Figura 3.1** Definición del ángulo de azimuth.

En seguida se muestra en la *figura 3.2* el ángulo de elevación de una antena:



**Figura 3.2** Definición del ángulo de elevación.

<b>Latitud del lugar</b>	<b>Eje polar</b>	<b>Declinación</b>
17	17	2.95
18	18	3.12
19	19	3.28
20	20	3.44
21	21	3.60
22	22	3.76
23	23	3.92
24	24	4.07
25	25	4.23
26	26	4.38
27	27	4.53
28	28	4.67
29	29	4.82
30	30	4.96
31	31	5.10
32	32	5.24
33	33	5.38

**Tabla 3.3** *Ángulos de declinación y de eje polar para la República Mexicana.*

Cuando se requiere cambiar la orientación de la antena de un satélite a otro, es necesario variar (mediante algún mecanismo) sus ángulos de elevación y azimut; además, aunque se mantenga siempre en comunicación con el mismo satélite, también es necesario efectuar con frecuencia correcciones pequeñas en ambos ángulos, pues ningún satélite geoestacionario permanece realmente fijo, sino que tiende a salirse poco a poco de su posición orbital. Por otra parte, por ejemplo, las embarcaciones marítimas cambian constantemente de posición y dirección, y las antenas de sus estaciones terrenas deben reorientarse sincronizadamente en elevación y azimut para conservar la comunicación con el satélite; incluso, puede haber casos en los que aunque la estación terrena sea fija, algunas condiciones ambientales ocasionales (como lluvia y viento) y el mismo peso de la antena modifiquen su orientación y sea necesario realizar pequeñas correcciones de los ángulos de elevación y azimut para garantizar una recepción o transmisión óptima de las señales.

## CONCLUSIONES

Esta tesina ha sido elaborada como trabajo final del Seminario de Titulación de Comunicaciones, este Seminario se dividió en cuatro Módulos: Transmisión digital via Microondas, Transmisión digital via Satélite, Transmisión digital via Fibra Óptica y Transmisión en Redes digitales. El tema desarrollado en esta tesina es un subtema del módulo de Transmisión digital via Satélite, el cual lleva por título "Estructura y Funcionamiento de la Estación Terrena"; y aunque su nombre involucra a la estación terrena, esta tesina se limitó solamente a una parte de la misma, como son las antenas para transmisión digital via satélite.

Esta tesina ha sido dividida en cuatro capítulos: *Introducción, Características de la antena, Tipos de antenas y Direccionamiento de la antena*. En el primer capítulo (*Introducción*), se hace mención de la historia y el desarrollo de las antenas para transmisión digital via satélite, se destacan algunas de las características y ventajas de los diferentes tipos de antenas, se enuncian las necesidades de los sistemas de comunicación de la actualidad y por último se compara su eficiencia. En el segundo capítulo (*Características de la antena*) se hace una descripción detallada de cada una de las partes que forman una antena parabólica casera para recepción de televisión via satélite; esto con el fin de comprender el funcionamiento de cada una de ellas, ya que son las mismas que se encuentran en una gran antena transmisora/receptora de una estación terrena. En el tercer capítulo (*Tipos de*

**antenas)** se describe la configuración geométrica y el funcionamiento de los cuatro tipos principales de antenas para transmisión vía satélite: antenas parabólicas reflectoras, antenas Cassegrain reflectoras, antenas Cassegrain con direccionador de ondas y antenas tipo Offset, además de mencionar los diferentes tipos de materiales empleados en la construcción de éstas. Por último, en el cuarto capítulo (*Direccionamiento de la antena*), se describe la manera en que debe ser direccionada una antena para recibir la señal de un satélite, se mencionan sus ángulos de azimut y de elevación, y se enlistan los requisitos que debe de cumplir la antena para que se pueda llevar a cabo el enlace con un satélite.

Es pues esta tesina, el resultado de los conocimientos adquiridos en un Seminario de Titulación de tres meses de duración, por lo que el contenido se perfila como un artículo de consulta rápida sin alondar mucho en aspectos de diseño o de construcción, sino enfocándose a hacer una descripción general aunque detallada, de las antenas utilizadas en la transmisión digital vía satélite.

## **GLOSARIO**

**Alimentador:** dispositivo por medio del cual se irradia la energía electromagnética.

**Ángulo de Azimut:** Tomando como referencia al eje de simetría del plato parabólico, que coincide con su eje de máxima radiación, el ángulo de azimut es la cantidad en grados que hay que girar la antena en el sentido de las manecillas del reloj (con relación al norte geográfico de la Tierra) para que ese mismo eje de simetría pase por la posición en longitud del satélite

**Apertura:** diámetro del ancho del emisor primario por el cual se irradia la energía electromagnética.

**Banda de frecuencia:** rango de frecuencias de ondas electromagnéticas que se utilizan para un determinado propósito.

**Banda C:** rango de frecuencias de microondas utilizadas en la comunicación via satélite, que van de 3.7 a 4.2 GHz para bajada y de 5.925 a 6.425 GHz de subida.

**Banda Ku:** rango de frecuencias de microondas utilizadas en la comunicación via satélite, que van de 10.950 a 11.2 GHz para bajada y 14 a 14.5 GHz de subida.

**Cable coaxial:** es el cable utilizado para comunicaciones de alta frecuencia, esta formado por dos conductores múltiples, concéntricos, separados entre si por material aislante.

**Corneta corrugada:** tipo de emisor de una antena, el cual se encuentra modificado en sus paredes interiores, de tal forma que el flujo de energía electromagnética siga una dirección perpendicular a estas paredes y no choque con las mismas.

**Cassegrain:** científico francés diseñador de un tipo de telescopio en 1672, de quien se tomó el nombre para la configuración de la antena descrita anteriormente.

**Distorsión termal:** son todas aquellas deformaciones sufridas por la antena debido al cambio de temperatura.

**Desborde:** es toda aquella energía electromagnética que sale del plato o del emisor en una dirección no deseada, esto debido a deformaciones en la antena.

**Desprendimiento interlaminar:** este se da en los materiales conformados por fibras metálicas y resinas, y sucede cuando debido a esfuerzos axiales en el material, las fibras metálicas empiezan a separarse unas de otras fracturando la resina y disminuyendo la dureza de la pieza hasta fracturarse.

**Distribución de amplitud rotacionalmente simétrica:** esto significa que la densidad de la energía electromagnética es igual en cualquier punto reflejado del plato principal y para esto el emisor o corneta también debe de emitir la densidad de la energía electromagnética simétricamente.

**Energía electromagnética:** es aquella energía caracterizada por un fenómeno ondulatorio.

**Estación terrena:** es el conjunto de instalaciones terrestres en donde se envía y recibe la información manejada por el satélite, existen también estaciones terrenas que se encargan del comando de telemetría del satélite.

**Foco:** es el punto ubicado a determinada distancia del paraboloide donde se concentra la energía electromagnética.

**Galvanómetro:** es un dispositivo electrónico, que gráficamente muestra la potencia del flujo electromagnético recibido por la antena, el cual varía al cambiar la dirección de apuntamiento de la misma.

**Ganancia:** es la capacidad de la antena para amplificar las señales que transmite o recibe en cierta dirección, y se mide en decibeles en relación con la potencia radiada o recibida por una antena

**Geoestacionario:** este término se refiere generalmente a un satélite y sucede cuando el satélite gira alrededor de la tierra a la misma velocidad, por lo que al ser visto desde la superficie terrestre, se mantendría estacionario en el mismo punto.

**Guía de ondas:** es un dispositivo por medio del cual se transporta el flujo de energía electromagnética, existen dos tipos: uno está formado por un grueso cable de cobre y el otro consiste en un tubo hueco por donde se refleja este flujo.

**HPA (High Power Amplifier):** amplificador de alta potencia. Este es un dispositivo empleado por las grandes antenas para amplificar la energía electromagnética recibida.

**Huella de iluminación:** es el terreno de la superficie terrestre en donde se recibe la energía electromagnética reflejada por el satélite.

**INMARSAT:** Organización Internacional Marítima Satelital. Sistema de comunicaciones vía satélite que se encarga de las comunicaciones de barcos en altamar.

**INTELSAT (International Satellite Communication):** comunicaciones internacionales via satélite. Es un sistema de comunicación via satélite que emplea varios satélites y cubre varias regiones del mundo.

**Lóbulos laterales:** es energía electromagnética reflejada por la antena en direcciones diferentes a la de emisión principal.

**Multiplexado:** este término se refiere a señales muestradas en un cierto intervalo de tiempo, para lograr una compresión de los datos procesados para aumentar la capacidad de manipulación de los mismos.

**Nivel de ruido:** es el conjunto de señales indeseables que se detectan en el proceso de transmisión o recepción de la información.

**Offset:** este término se emplea para distinguir a aquellas antenas que tienen el foco desplazado, o sea fuera de lugar.

**Paraboloide:** este término se emplea para nombrar al plato principal de la antena. Cuya forma se describe como todos aquellos puntos de una superficie que se encuentran a la misma distancia de un punto llamado foco.

**Patrón de radiación:** dirección en la que vienen las señales que se quieren recibir, o en la que se va a transmitir.

**Pétalos:** son una sección de la superficie de un paraboloide de la antena.

**Polarización:** este término se relaciona con la dirección en que la energía electromagnética es enviada o recibida. Solo existen dos tipos: la vertical y la horizontal, la cual se propaga con 90 grados de diferencia de la anterior.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

**Polarización cruzada:** es el flujo de energía electromagnética transmitida por la antena, la cual al ser reflejada por alguna imperfección en la antena, cambia de fase por lo que constituye una pérdida en la transmisión o recepción.

**Subreflector:** es aquella superficie reflectora diferente al plato principal en una antena.

**Superficie volumétrica:** es una superficie en tres dimensiones de tipo parabólico.

**Temperatura de ruido:** es aquel ruido que se da por la temperatura de los dispositivos electrónicos.

**Vértice:** es aquel punto que se encuentra en el centro de la superficie del plato parabólico.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Markus, John; Electronics Dictionary: accurate, easy-to understand, & up to date definitions for 17,090 terms, used in solid state Electronics, computer, television, radio, medical electronics, industrial electronics, satellite communications, & military Electronics; 4<sup>a</sup> ed.; 745 p.p. New York; McGraw Hill.
- 2.- Feher, Kamilio; Digital communication: satellite earth Station engineering; 1<sup>a</sup> ed.; 469 p.p.; Englewood Cliffs; Prentice Hall.  
TK5104/F44
- 3.- Long, Mark; World Satellite Almanac; 2<sup>a</sup> ed.; 650 p.p.; Indianapolis, Indiana; H.W. Sams;  
TK6677/W67
- 4.- Morgan, Walter L.; Communications Satellite Handbook; 1<sup>a</sup> ed.; 900 p.p.; New York; J. Wiley.  
TK5104/M67
- 5.- Dalgeish, D.I.; An Introduction to satellite communications; 1<sup>a</sup> ed.; 338 p.p.; Stavenage, London; Peregrinus on behalf of the institution of electrical Engineering.  
TK5104/D35
- 6.- Leick, Alfred; G.P.S. Satellite Surveying; 1<sup>a</sup> ed.; 352 p.p.; New York; J. Willey.  
TA 595.5/L45
- 7.- Bergaust, Erick; Satélite; 1<sup>a</sup> ed.; 231 p.p.; México; Constancia.  
TL796/B418
- 8.- Pérez, Báez, José Luis; Principios de los sistemas de comunicaciones via satélite; 1<sup>a</sup> ed.; 250 p.p.; México; ENEP Aragón.  
TK5104/P47
- 9.- Pratt, Timothy; & W. Bostian, Charles; Satellite communications; 1<sup>a</sup>; 472 p.p.; Republic of Singapore; John Wiley.  
TK5104/P73
- 10.- Neri, Vela, Rodolfo; Satélites de comunicaciones; 1<sup>a</sup>; 173 p.p.; México; Mc Graw Hill.  
TK5104/N47
- 11.- Kitsurewaga, Takashi; Advanced Technology in Satellite Communication Antennas Electrical & Mechanical Design; 1<sup>a</sup> de.; 415 p.p.; Norwood, U.S.A.; Artech House, Inc.  
TK7871/A38