

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA**



**COMUNICACION VIA SATELITE**

**TESINA**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO EN ELECTRONICA Y COMUNICACIONES**

**P R E S E N T A**

**Ciro Gómez García**

**Asesor: Ing. Fernando Estrada Salazar**

**SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L.**

**NOVIEMBRE DE 1996**

5104  
5  
1



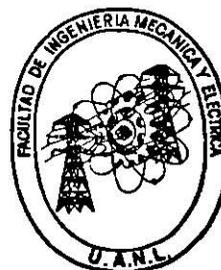
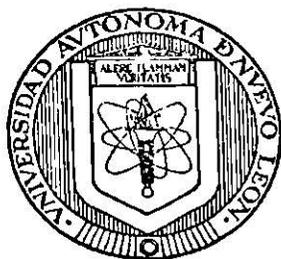
C. G. G. T. K.

65104  
65  
1



1080082646

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA**



**COMUNICACION VIA SATELITE**

**TESINA**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO EN ELECTRONICA Y COMUNICACIONES**

**P R E S E N T A**

**Ciro Gómez García**

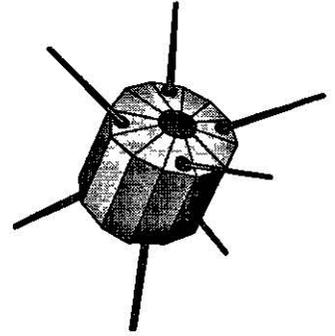
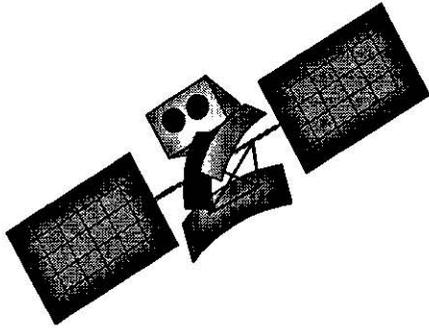
**Asesor: Ing. Fernando Estrada Salazar**

**SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L.**

**NOVIEMBRE DE 1996**

X  
T K5/04  
665





# Comunicación Vía Satélite



**Doy gracias a dios por  
haberme permitido terminar  
con mi carrera.**

**Gracias a mis padres**  
**† Francisco Gómez Mata.**  
**Belén García Barrientos.**  
**Por brindarme su amor y su**  
**apoyo moral, espiritual**  
**económico en los momentos mas difíciles**  
**de mi carrera y de mi vida.**

**A mi novia Gaby** ♥  
**Por su apoyo incondicional,**  
**con su amor.**  
**En mis momentos de**  
**tristeza y alegría**  
**y por darme su comprensión**  
**gracias.**

**A mis hermanos**  
**Juana Gómez García**  
**Ofelia Gómez García**  
**Carlos Gómez García**  
**Romana Gómez García**  
**Faustino Gómez García**  
**Sabina Gómez García**  
**A todos ellos y a sus esposos**  
**y esposas gracias por haberme**  
**apoyado durante mi carrera.**



Doy gracias a dios por  
haberme permitido terminar  
con mi carrera.

Gracias a mis padres  
✠ Francisco Gómez Mata.  
Belén García Barrientos.  
Por brindarme su amor y su  
apoyo moral, espiritual  
económico en los momentos mas difíciles  
de mi carrera y de mi vida.

A mi novia Gaby ♥  
Por su apoyo incondicional,  
con su amor.  
En mis momentos de  
tristeza y alegría  
y por darme su comprensión  
gracias.

A mis hermanos  
Juana Gómez García  
Ofelia Gómez García  
Carlos Gómez García  
Romana Gómez García  
Faustino Gómez García  
Sabina Gómez García  
A todos ellos y a sus esposos  
y esposas gracias por haberme  
apoyado durante mi carrera.



# INDICE

Lanzamiento y colocación en órbita geoestacionaria .....	3
Colocación de satélites en órbitas .....	5
Inyección ala órbita geoestacionaria y elíptica .....	6
Inyección ala órbita circular .....	7
El satélite en su nuevo ambiente espacial.....	8
Principales subsistemas de satélites.....	9
Que se una estación terrena .....	14
Diagrama a bloques de una estación terrena .....	15
Acceso múltiple .....	16
Acceso múltiple por división de tiempos (FDMA).....	17
Acceso múltiple con asignación por demanda (DAMA).....	18
Acceso múltiple por división de tiempos (TDMA).....	19
Acceso múltiple por división de códigos (CDMA).....	21
Configuración y función de la antena.....	22
Patrón de radiación de la antena parabólica .....	23
Antena cassegrain.....	26
Orientación , elevación y azimud.....	27
Transistor .....	30
Receptor .....	
Diagrama del sistema de comunicación .....	



## INTRODUCCION

Es uno de los descubrimientos de la ciencia mas avanzado de los medios electrónicos, los satélites artificiales llegaron a cambiar los métodos rudimentarios de la comunicación, y con esto por consecuencia cambiaron los medio, para ser mas eficientes encuestion de la comunicación . Gracias a ellos conocemos mas a fondo los recursos naturales y los fenómenos meteorológicos , las distancias de la tierra, y ahora podemos intercambiar información contornos países, continentes de todos tipos de información.

Independientemente de sus objetivos , hay algunas diferencias de los satélite ya que son una gran familia , en general todos los satélites artificiales funcionan bajo el mismo principio y constan de varias partes comunes por eso contribuyen a la dinámica de la sociedad moderna.



# LANZAMIENTO Y COLOCACION EN ORBITA GEOSTACIONARIA

## ORBITA GEOSTACIONARIA

Los satélites geostacionarios son colocados en una órbita que en un punto fijo de la tierra podemos observarlos como si no se moviesen sin cambiar aparentemente de posición, este punto fue sugerido en 1945 por Arthur Clarke que sugerido en una de sus publicaciones con la posibilidad de colocar satélites en órbita, tal que podamos observarlos desde un punto en la tierra esto se logra porque la tierra gira sobre su propio eje, complementando una vuelta cada 24 horas, entonces, para un observador fijo de la tierra, se produce la ilusión de que el satélite no se mueve. Solamente con tres satélites en la órbita geostacionaria podríamos cubrir todo el globo terráqueo.

Pero para esta idea se deben cumplir varios requisitos para que el satélite se mantuviese en un punto fijo con respecto a la tierra como por ejemplo los siguientes puntos:

- El satélite debe desplazarse en el mismo sentido que la rotación de la tierra
- Para que el satélite no pierda altura debe de estar a aproximadamente a 36,000 km de altura sobre el nivel del mar, esto también con el fin de que complete una vuelta cada 24 horas
- El satélite debe de tener una velocidad constante de 3,075 m/s siguiendo una órbita circular alrededor de la tierra



Todos estos datos sirvieron para que varios científicos pudieran poder estudiar estos datos y así poder lanzar varios satélites de prueba que no cubrían esta distancia de 36,000 Km. de altura, pero fue en 1957 cuando se lanzó el primer satélite artificial con el nombre de Sputnik 1 con el cual se hicieron varias pruebas, y después de otras pruebas con varios satélites, se pudo mandar al primer satélite geostacionario del mundo con el nombre de SYNCOM. Poco más tarde había un satélite en cada uno de los océanos principales (Índico, Pacífico y Atlántico), intercomunicando al mundo; esto fue en 1968 y las ideas de Clarke se habían convertido en realidad.

Esta órbita es ahora la más congestionada alrededor de la tierra; casi todos los propietarios de satélites quieren estar en esta órbita por obvias razones como son por sencillez y bajo costo de operación. En ella se encuentran un variado número de satélites y distinta apariencia física y aplicaciones como son:

- Meteorológicos
- Militares
- Experimentales
- Comunicaciones



## **COLOCACION DE LOS SATELITES EN SU ORBITA**

Como sabemos para poder llegar a esa órbita es necesario aplicarle una fuerza necesaria para poder llegar a nuestra órbita por eso algunos científicos se basaron en la leyes de Newton que rigen la mecánica clásica esto dice que la fuerza de atracción entre un cuerpo y la tierra es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que hay entre ambos y directamente proporcional al productos de sus masa, así que si al cuerpo se le aplica una acción, entonces este responde con una fuerza igual pero con sentido contrario, oponiéndose a la acción original. Con estas leyes es posible que el hombre actualmente pueda mandar vehículos de carga al espacio como son cohetes o lanzadores con satélites artificiales en su interior y así poder llegar a su posición orbital una vez que hayan llegado ahí.

Para que es satélite tome su posición orbital hay tres procedimientos para poder poner al satélite dentro de su órbita que nombraremos a continuación.



## **1. INYECCION DIRECTA EN ORBITA GEOSTACIONARIA**

En este procedimiento es necesario mandar al satélite en un cohete de varias etapas hasta el cinturón de Clarke (órbita geostacionaria), sin que necesite realizar esfuerzo propio. Este tipo de lanzamiento es muy costoso y solo se utiliza para mandar satélites militares. Como el satélite no lleva motores para pasar de una órbita a otra la probabilidad de que llegue a su destino es buena. Un ejemplo claro es el cohete Titán IIC de los EEUU que es utilizado con este fin.

## **INYECCION INICIAL EN ORBITA ELIPTICA**

En este procedimiento el satélite llega a una órbita elíptica de gran excentricidad por medio de varias etapas del sistema lanzador. Una vez ahí, el satélite se separa del cohete y da una o varias vueltas en esa órbita, llamada de transferencia geosíncrona, hasta que llegue a la siguiente etapa ya con esfuerzos propios del satélite.



El perigeo de la órbita de transferencia geosíncrona esta normalmente a una altura aproximadamente de 200 km sobre el nivel del mar y su apogeo cerca de lo 35 788 km, que es la altura final en la que el satélite de be quedar para funcionar. El siguiente paso hacer circular al satélite en la órbita, precisamente el satélite lleva acoplado un motor que enciende cuando este circula por el punto de apogeo de la ultima vuelta elíptica que se haya programado, por supuesto el encendido se efectúa después de de haber orientado el satélite a control remoto en forma adecuada, para que el empuje del motor de apogeo resulte en la dirección correcta. Al encender el motor el satélite recibe un incremento de velocidad haciendo este que su órbita cambie, pasando de la elíptica de transferencia geosíncrona a la circular geostacionaria, logrando esto establecer al satélite en su nueva órbita.

## **INYECCION INICIAL EN ORBITA CIRCULAR BAJA**

Este es el procedimiento usado por el sistema de transportación Espacial de la NASA de los EEUU., mejor conocida como orbitador, en tres pasos los cuales los dos últimos son idénticos al caso anterior que es de inyección inicial en órbita elíptica.

El primer paso consiste en que el obrador despega llevándose en su compartimiento de carga al satélite que va a ser puesto en órbita y este entra en órbita alrededor de la tierra siguiendo una trayectoria circular, a una altura aproximadamente de 300 km sobre el nivel del mar.



El perigeo de la órbita de transferencia geosíncrona esta normalmente a una altura aproximadamente de 200 km sobre el nivel del mar y su apogeo cerca de lo 35 788 km, que es la altura final en la que el satélite de be quedar para funcionar. El siguiente paso hacer circular al satélite en la órbita, precisamente el satélite lleva acoplado un motor que enciende cuando este circula por el punto de apogeo de la ultima vuelta elíptica que se haya programado, por supuesto el encendido se efectúa después de de haber orientado el satélite a control remoto en forma adecuada, para que el empuje del motor de apogeo resulte en la dirección correcta. Al encender el motor el satélite recibe un incremento de velocidad haciendo este que su órbita cambie, pasando de la elíptica de transferencia geosíncrona a la circular geostacionaria, logrando esto establecer al satélite en su nueva órbita.

## **INYECCION INICIAL EN ORBITA CIRCULAR BAJA**

Este es el procedimiento usado por el sistema de transportación Espacial de la NASA de los EEUU., mejor conocida como orbitador, en tres pasos los cuales los dos últimos son idénticos al caso anterior que es de inyección inicial en órbita elíptica.

El primer paso consiste en que el obrador despega llevándose en su compartimiento de carga al satélite que va a ser puesto en órbita y este entra en órbita alrededor de la tierra siguiendo una trayectoria circular, a una altura aproximadamente de 300 km sobre el nivel del mar.



<b>Subsistema</b>	<b>Función</b>
Antenas	Recibir y transmitir señales de radio frecuencia
Comunicaciones	Amplificar las señales y cambiar sus frecuencia
Energía eléctrica	Suministrar electricidad con los niveles adecuados de voltaje y corriente
Control térmico	Regular la temperatura del conjunto
Posición y orientación	Determinar la posición y orientación del satélite
Rastreo, telemetría y comando	Intercambiar información con el centro de control en tierra para conservar el funcionamiento del satélite
Estructural	Alojar todos los equipos y darle rigidez al conjunto

## SUBSISTEMAS DE ANTENAS

Las antenas son una de las partes importantes del satélite, estas se encargan de recibir y transmitir las señales de radio frecuencia llegadas desde la tierra; puede que el satélite tenga una antena para recibir y otra para mandar las señales, pero también puede usarse la misma antena para hacer estas funciones, para ello usando diferentes frecuencias y elementos de alimentación.



En una de las muchas vueltas que la nave da alrededor de la tierra, este suelta al satélite o es arrojado del compartimiento de carga, quedando así de esta forma en órbita circular baja alrededor de la tierra, aunque separado del vehículo espacial; la velocidad que lleva el satélite es la misma que la de la nave, aunque un poco modificada por los resorte de la nave que lleva en su compartimiento de carga al momento que es arrojado del mismo. Esta separación se efectúa cuando pasan por el plano ecuatorial de la tierra y cuarenta y cinco minutos mas tarde, cuando el satélite vuelve a cruzar el plano del ecuador , su motor de perigeo se enciende. Esto logra colocar al satélite de su órbita circular baja o de estacionamiento a una elíptica, similar al de inyección inicial en órbita elíptica.

Una vez que ha cumplido su misión, el motor de perigeo se desprende del cuerpo de satélite, dando así las condiciones necesarias para que mas adelante y en el momento preciso, un motor de apogeo acoplado al cuerpo del satélite encienda para circular la órbita con su altura final.

## **EL SATELITE EN SU NUEVO AMBIENTE ESPACIAL**

El satélite ya llegado a su nuevo hogar, el cual debe ser autorizado por las Unión Internacional de Telecomunicaciones desde varios años de anticipación. Ya estando ahí estará con varios satélites a su alrededor, los cuales están transmiten en igual o diferente frecuencia, por este motivo deben de estar colocados a una distancia aproximadamente separados por dos o tres grados de arco entre si, esto equivale a 1,500 y 2,200 km respectivamente, esto es el motivo de no haber ninguna clase de interferencia radioeléctrica entre ellos.



En su apertura o boca; por ejemplo, una antena parabólica de dos metros de diámetros que irradia energía a una frecuencia de 11Ghz, lo hace dentro de un haz de iluminación mas angosto que como lo haría si tuviese que operar a una frecuencia de 4 Ghz, simplemente porque cuando mas alta es la frecuencia, la longitud de la onda electromagnética es mas corta y el tamaño eléctrico de la antena aumenta.

Hay satélites que tiene varias antenas de características distintas, con finalidades diferentes. Por ejemplo, el satélite de comunicaciones internacional Intelsat V tiene ocho antenas para poder cubrir una vasta extensión territorial e intercomunicarla eficientemente al menor costo posible. De estas ocho antenas, dos son globales, dos hemisferios, dos de zonas y dos puntuales. Las primeras dos son antenas de corneta y cubren la mayor cantidad posible de la superficie terrestre que puede verse de la posición del satélite; es decir, pueden recibir desde cualquier estación receptora que se halle dentro de los limites de esa zona y pueden transmitir también hacia cualquier estación receptora que este dentro de ese mismo contorno. Las otras seis antenas si son parabólicas y cubren un contorno mas corto que las otras antenas, por eso los haces de iluminación de estas antenas reciben el nombre de pincel o puntuales, esto por que concentran su potencia casi en un punto en relación de las dimensiones de la tierra.



Otro de los problemas del satélite en su nuevo ambiente espacial, son las fuerzas perturbadoras que en ese ambiente rigen, por eso tiene una cierta flexibilidad de movimientos limitado, esto puede ser corregido por el subsistema de propulsión del satélite, con esto es posible ayudarlo a corregir su orientación y posición, enviándole comandos a control remoto en forma periódica.

## **PRINCIPALES SUBSISTEMAS DE UN SATELITE**

Un satélite esta formado por varios subsistemas que son importantes de igual manera, pues si llega a fallar alguno causa una inutilidad parcial o definitiva de este mismo; en la siguiente tabla mostraremos los principales subsistemas de un satélite:



Cada antena debe de estar concentradas en un haz de potencia hacia la tierra. Los elementos de alimentación, denominados alimentados, son generalmente antenas de cornetas conectados a guías de onda, que emiten energía hacia un reflector parabólico, o bien la captan proveniente de este ultimo para entregársela a los equipos receptores. Cuando mas grandes sean las antenas, tienen la capacidad para concentrar la energía en un haz electromagnético muy angosto, que iluminan pocas unidades cuadradas, pero que las irradia con niveles muy altos de densidad de potencia; esto facilita el diseño y reduce el costo de las estaciones terrenas receptoras. Cuando mas alta sea la frecuencia a la que la antena de dimensiones constantes trabaje, mayor será su capacidad de concentración de energía; esta característica propia de las antenas parabólicas y, en general, de todas las antenas llamadas de apertura, cuya capacidad de concentrarse la potencia en un haz invisible de radiación o iluminación muy angosto es función directa de sus dimensiones eléctricas y no de las físicas.

La dimensión eléctrica de una antena es igual a su dimensión física dividida entre lo que mide la longitud de onda a la frecuencia de operación , o sea , es el numero de longitudes de onda que cabrían alineadas.





# Estructura y funcionamiento de una estación terrena

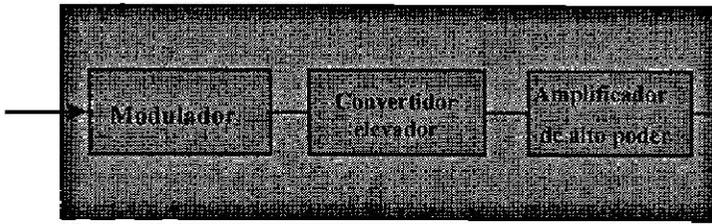


Una **Estación Terrena** consiste en una serie de equipos interconectados entre si, de los cuales el más representativo y conocido es su antena o plato parabólico. por lo general la misma antena se utiliza para transmitir y recibir si es que su aplicación así lo requiere; para esto se interconecta simultáneamente con los bloques de transmisión por medio de un dispositivo de microondas llamado diplexor. Algunas estaciones cuentan con un sistema automático de rastreo del satélite. las estaciones caseras de recepción de televisión solo requieren de los bloques de la antena y el receptor.

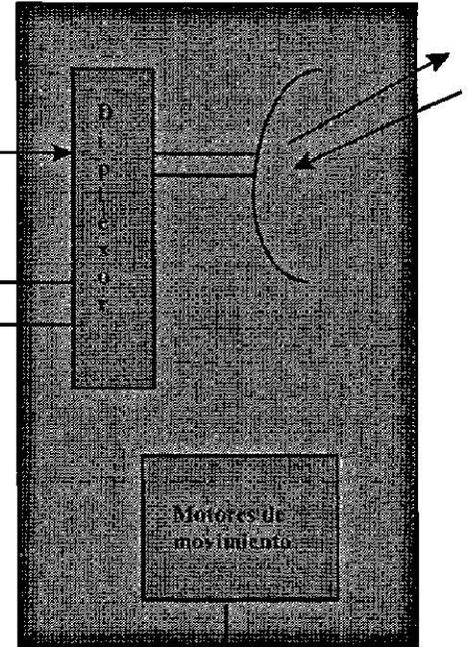


# TRANSMISOR

en banda  
(forma  
ginal)

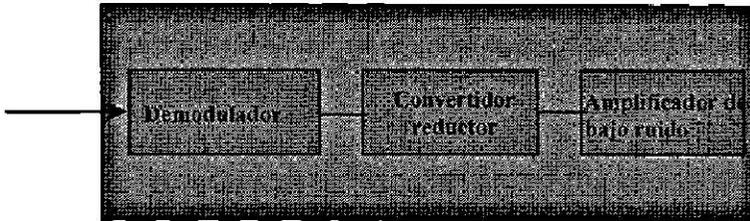


# ANTENA

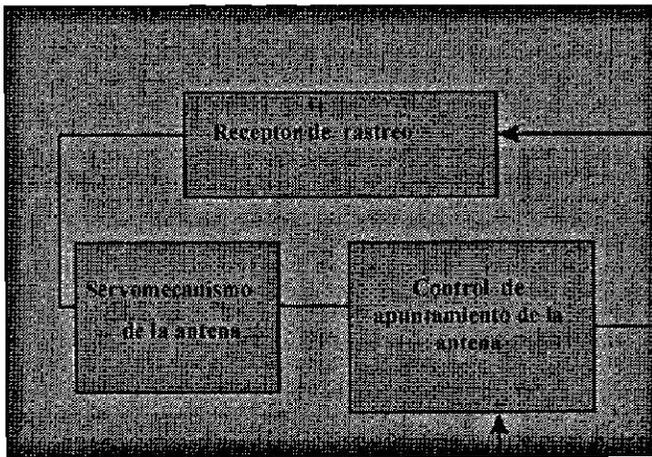


# RECEPTOR

les en  
a base  
ma  
berada  
ar a la  
ginal)



# RASTREO



Entrada de datos  
de apuntamiento



Señales de  
error

Señales de  
comando



Planta y baterías locales



DIAGRAMA DE BLOQUES GENERALIZADO DE UNA ESTACION TERRESTRE

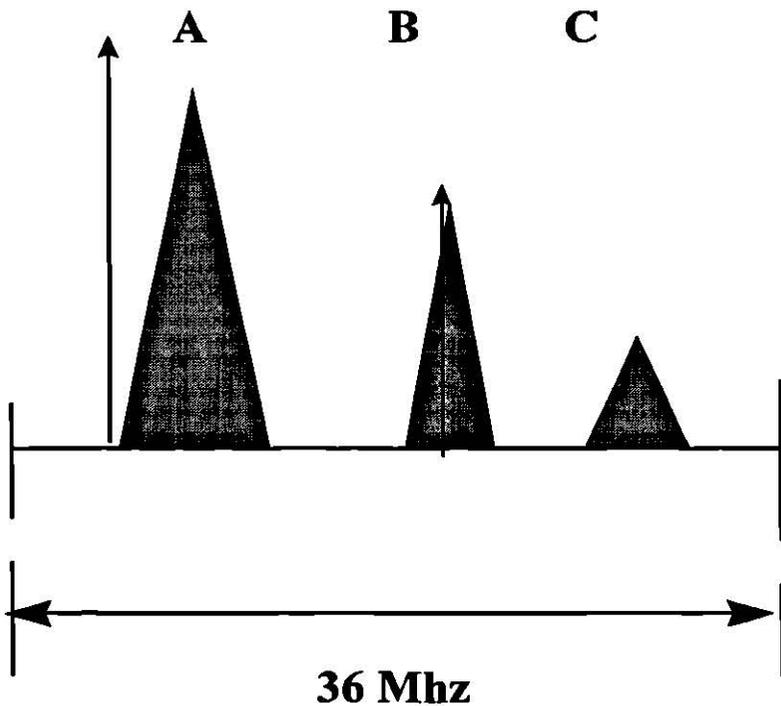
# ACCESO MULTIPLE

Existen tres métodos principalmente para la transmisión UP-LINK.  
Estos son: El acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA),  
acceso múltiple por división de tiempo (TDMA) y el acceso múltiple  
por división de código (CDMA).



## Acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA)

Este tipo de acceso permite recibir al mismo tiempo, señales diferentes, utilizando para ello distintas frecuencias portadoras para que no haya interferencias. si la suma de los anchos de banda de estas señales dan un total cercano a los 36Mhz, entonces dichas señales pueden ocupar un mismo transponder del satélite. esta forma de uso simultáneo del transpondedor por varias estaciones terrenas estén o no situadas en una misma ciudad, recibe el nombre de acceso múltiple por división de frecuencia ya que el espectro radio eléctrico del transpondedor se dividen en secciones o ranuras de frecuencias asignadas a cada una de ellas



A,B,C : son estaciones terrenas en diferentes ciudades.



Los transpondedores no deben sobreexcitarse y de esta forma se evita la distorsión por intermodulación y la forma de prevenir es mediante limitación de la potencia. Si el satélite no opera a su máxima potencia entonces no ocurrirá distorsión.

Las estaciones terrenas extraen esas señales multiplexadas mediante la sintonización de su frecuencia correspondiente la cual es pasada al receptor y procesada para extraer la información correspondiente.

Las estaciones terrenas deben siempre de transmitir con la misma frecuencia central o portadora, también se le llama acceso múltiple por división en frecuencia con asignación fija.

### **Acceso múltiple con asignación por demanda (DAMA)**

Esta técnica permite aprovechar al máximo las ranuras de frecuencias y la potencia del satélite cuando el tráfico que genera cada estación es esporádico, pues las ranuras se asignan a las estaciones terrenas solamente durante el tiempo que las necesitan para establecer comunicación en el momento que alguna deja de transmitir, esa ranura se libera y queda disponible para cualquiera de las estaciones del sistema que las solicite temporalmente. Cuando minutos u horas después, la estación terrena que liberó una ranura quiera transmitir más información, podría darse el caso de que la ranura de frecuencia que usó previamente dentro del amplificador esté ocupada en ese instante por la señal de otra estación; pero pueden haber otras ranuras vacías en ese momento y de ser ese el caso, la estación terrena en cuestión podría



utilizar cualquiera de ellas. Un transpondedor de 36Mhz puede ser ranurado en 800 secciones capaces de conducir simultáneamente 400 conversaciones telefónicas (400 ranuras se emplean para los canales de ida y 400 para los de regreso); cada una de las ranuras tienen su frecuencia portadora y pueden ser utilizada temporal e indistintamente por cualquiera de los países que integran el sistema, sincronizándose para ello en un banco central de frecuencias mediante un canal digital de solicitudes.

**Canal único por portadora (SCPC).** Este caso de asignación es por demanda y cada ranura tiene su propia frecuencia portadora y su ancho de banda es ocupado por un solo canal telefónico modulado.

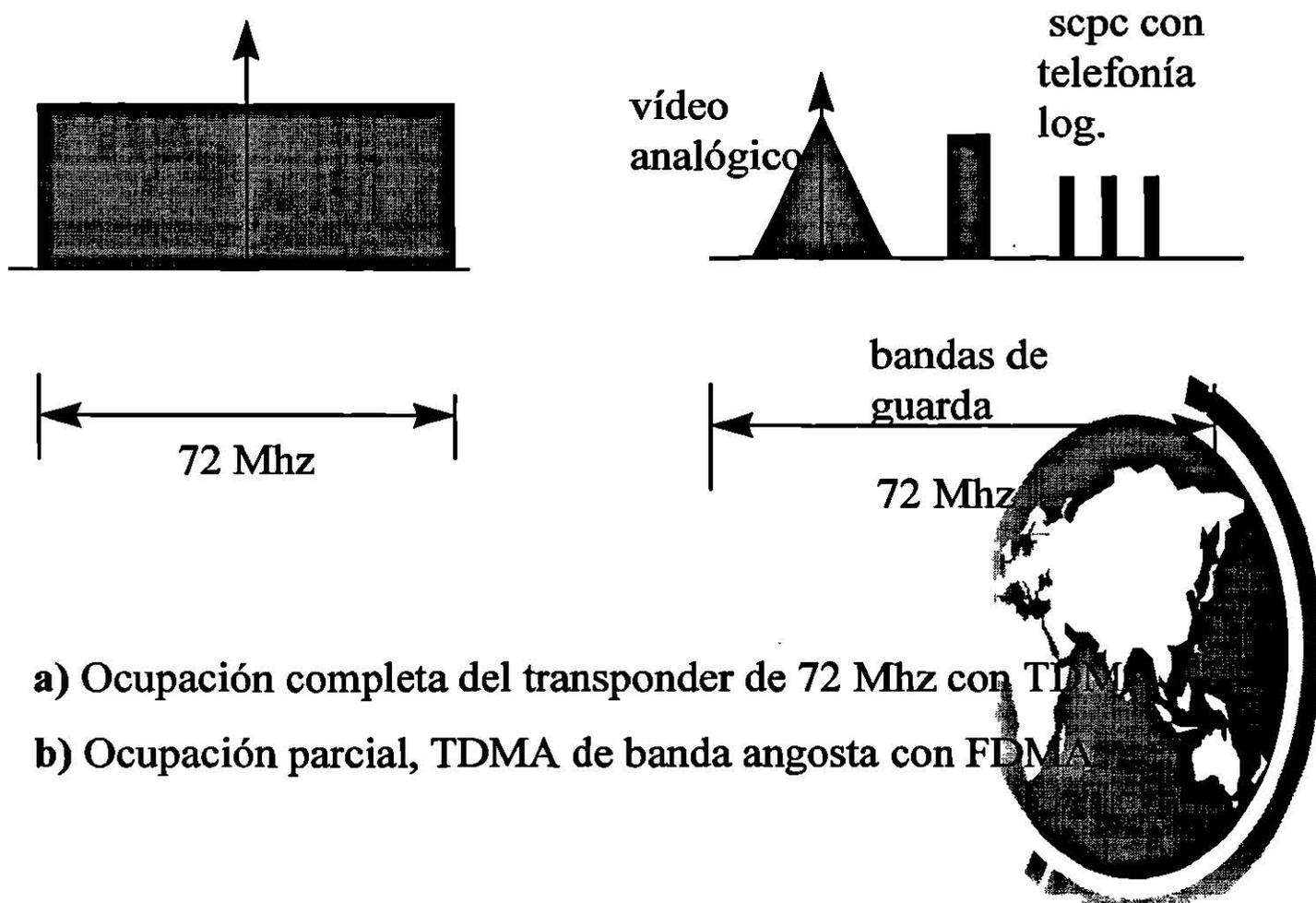
**Portadora multicanal (MCPC).** Una portadora multicanal transporta muchos canales que han sido previamente combinados en forma adecuada, con multiplexaje en frecuencia o en el tiempo.

### **Acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA)**

Es una técnica totalmente digital mediante el cual varias estaciones terrenas accesan u ocupan un transpondedor o parte de él. Todo un grupo de estaciones tienen asignada la misma ranura, con cierto ancho de banda fijo, y se comparte entre ellas secuencialmente en el tiempo; es decir, cada estación tiene asignado un tiempo  $T$  para transmitir lo que guste dentro de la ranura y cuando su tiempo se agota debe dejar de transmitir para que lo hagan



las estaciones que la siguen en la secuencia, hasta que le toque nuevamente su turno. No hay división de potencia ni productos de intermodulación en las estaciones transmisoras o receptoras por lo tanto el transpondedor puede operar a su potencia completa sin distorsión. La forma en que este sistema trabaja es que cada estación tiene un circuito que almacena su información de salida y mediante un control desde una estación maestra, los circuitos de almacenamiento individuales (BUFFERS) de cada transmisor en el sistema liberan todas sus señales almacenadas a muy alta velocidad hacia el satélite.



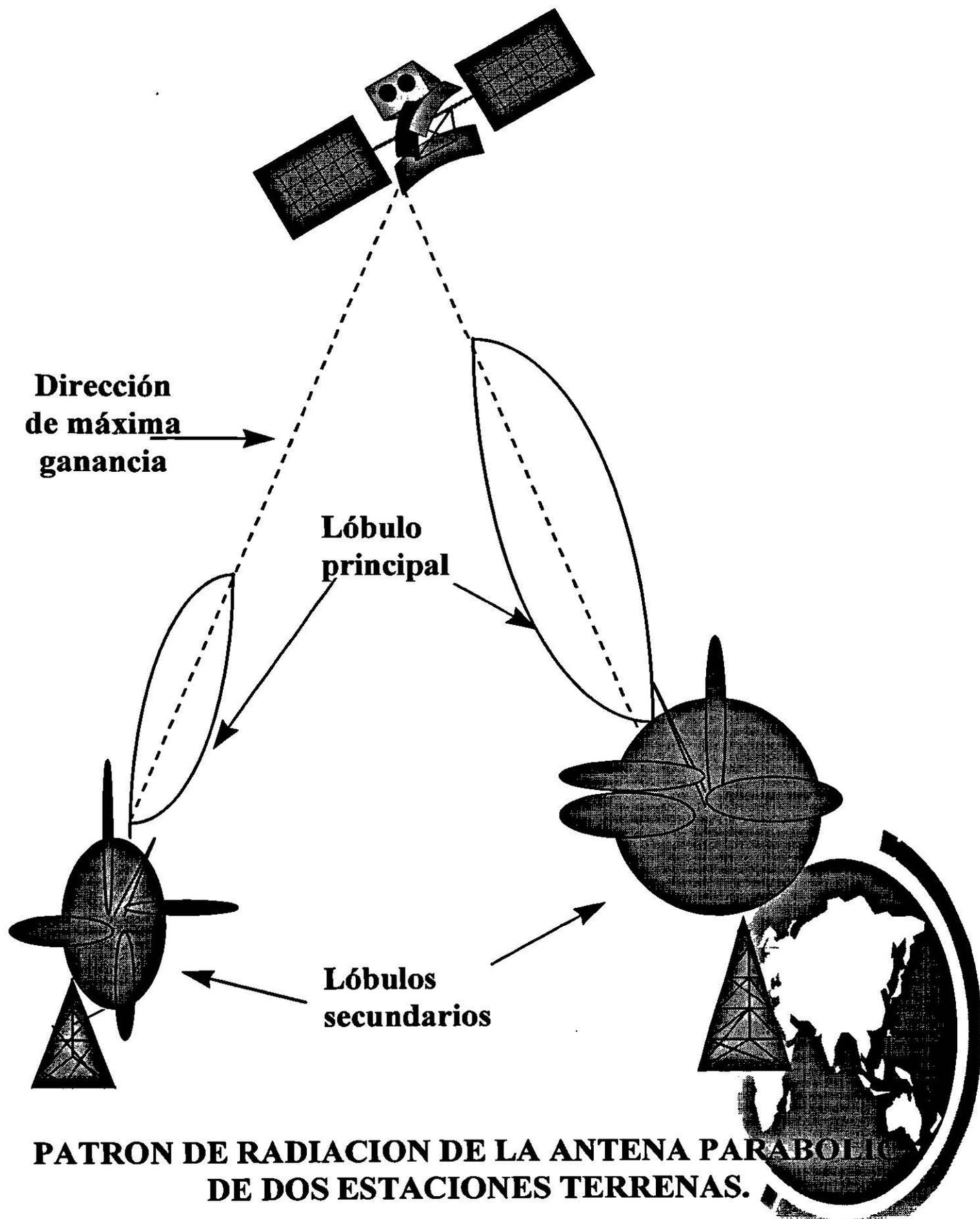
a) Ocupación completa del transponder de 72 Mhz con TDMA

b) Ocupación parcial, TDMA de banda angosta con FDMA

## **Acceso múltiple por división de código (CDMA)**

No es usado tan extensamente a nivel comercial pero si en los campos de seguridad y militares en este sistema todas las estaciones transmiten a la misma frecuencia y al mismo instante. solo que cada transmisión tiene su propio y único código. Presenta el inconveniente de que ocupa mucho ancho de banda (un transpondedor completo), pues cada bit de información como los que se transmiten en la modalidad TDMA se transforman en un nuevo tren de bits muy largo, de acuerdo a un código determinado previamente. Cada estación transmisora utiliza una secuencia diferente de bits para codificar cada uno de los bits de información; de las estaciones terrenas receptoras, sólo la destinataria de cierta información determinada conoce el código con el que se transmitió y es capaz de reconstruir el mensaje original, las señales codificadas llegan superpuestas con otras señales que son tomadas como ruido tolerable. También se le denomina **acceso múltiple con espectro expandido o SSMA.**





**PATRON DE RADIACION DE LA ANTENA PARABOLICA DE DOS ESTACIONES TERRENAS.**

## **LA ANTENA.**

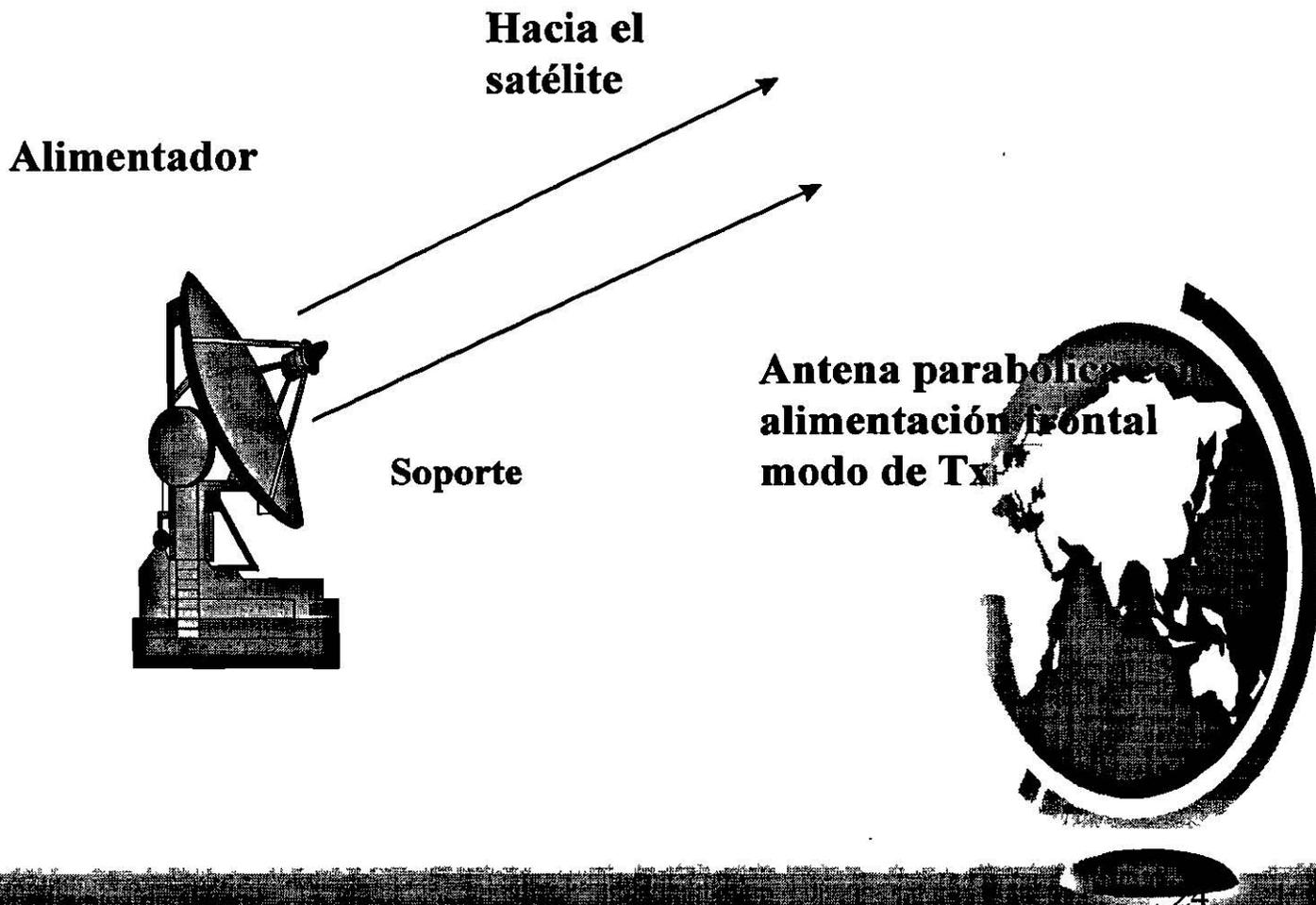
### **Configuraciones geométricas y su funcionamiento.**

Las características más importantes de una antena son ganancia y su patrón de radiación. La ganancia se mide en dBs, esta asociada con la dirección de máxima radiación, que es el lóbulo principal de su patrón de radiación, su valor depende de varios factores como son el diámetro de la antena, su concavidad, la rugosidad de su superficie, el tipo de alimentador con que es iluminada, así como la posición y orientación geométrica del mismo



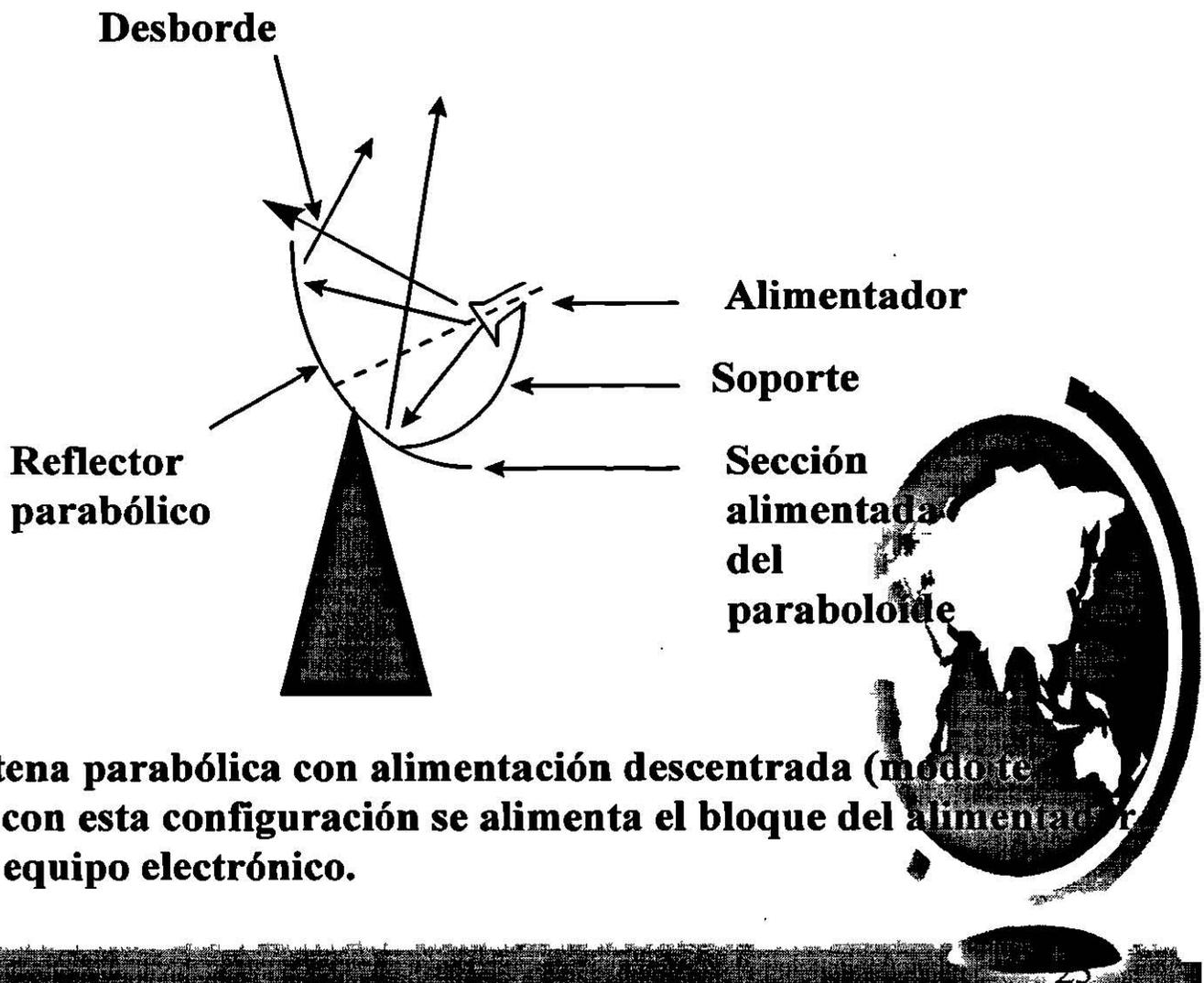
Una antena parabólica tiene la propiedad de reflejar las señales que llegan a ella y concentrarlas como si fuera una lente en un punto común llamado foco (modo de recepción); asimismo, si las señales provienen del foco, las refleja y las concentra en un haz muy angosto de radiación (modo de transmisión). Hay varios tipos de alimentación de una antena parabólica, los más utilizados son los de alimentación frontal, descentrada y Cassegrain.

En una antena parabólica de alimentación frontal, 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 se desperdicia por desborde, se refleja en el suelo y puede degradar la calidad de la señal transmitida

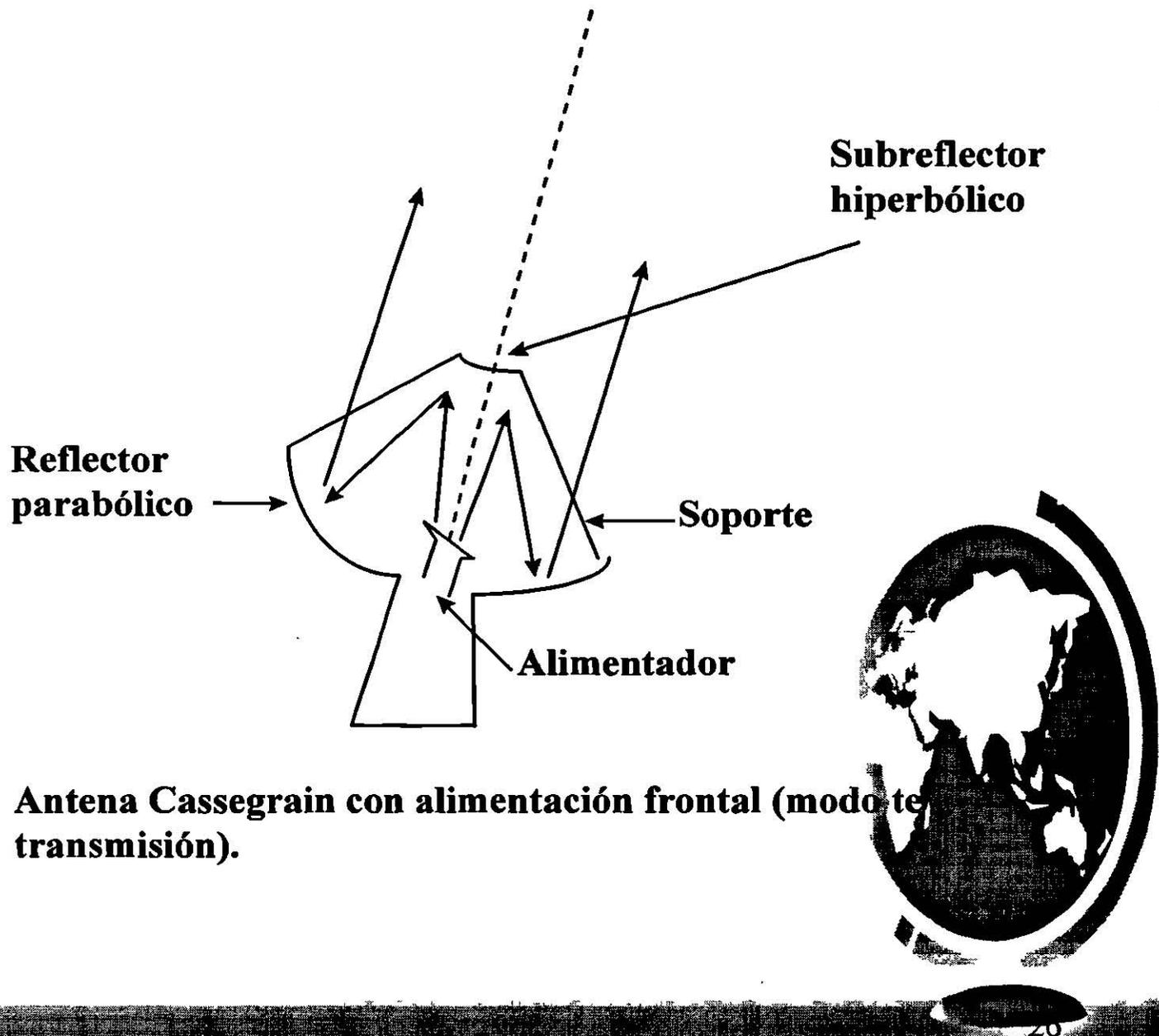


La antena parabólica de alimentación frontal se usa casi universalmente en las estaciones caseras receptores de televisión.

La antena parabólica con **alimentación descentrada** 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. Es más costoso que la alimentación frontal, no resuelve el problema de desborde por las orillas de la superficie parabólica se utiliza en estaciones receptoras y transmisoras de televisión, telefonía y datos, aunque la Cassegrain es más popular.



La **antena Cassegrain** es mucho más eficiente que cualquiera de las dos antenas anteriores su ganancia es mayor pero su precio es más alto. Se utiliza en la mayor parte de las estaciones transmisoras y receptoras de televisión, así como como en telefonía y datos. Su configuración geométrica involucra a un segundo reflector con superficie hiperbólica, llamado “subreflector” y el alimentador o corneta apunta hacia arriba, con lo que se elimina el ruido producido por reflexión en la tierra.



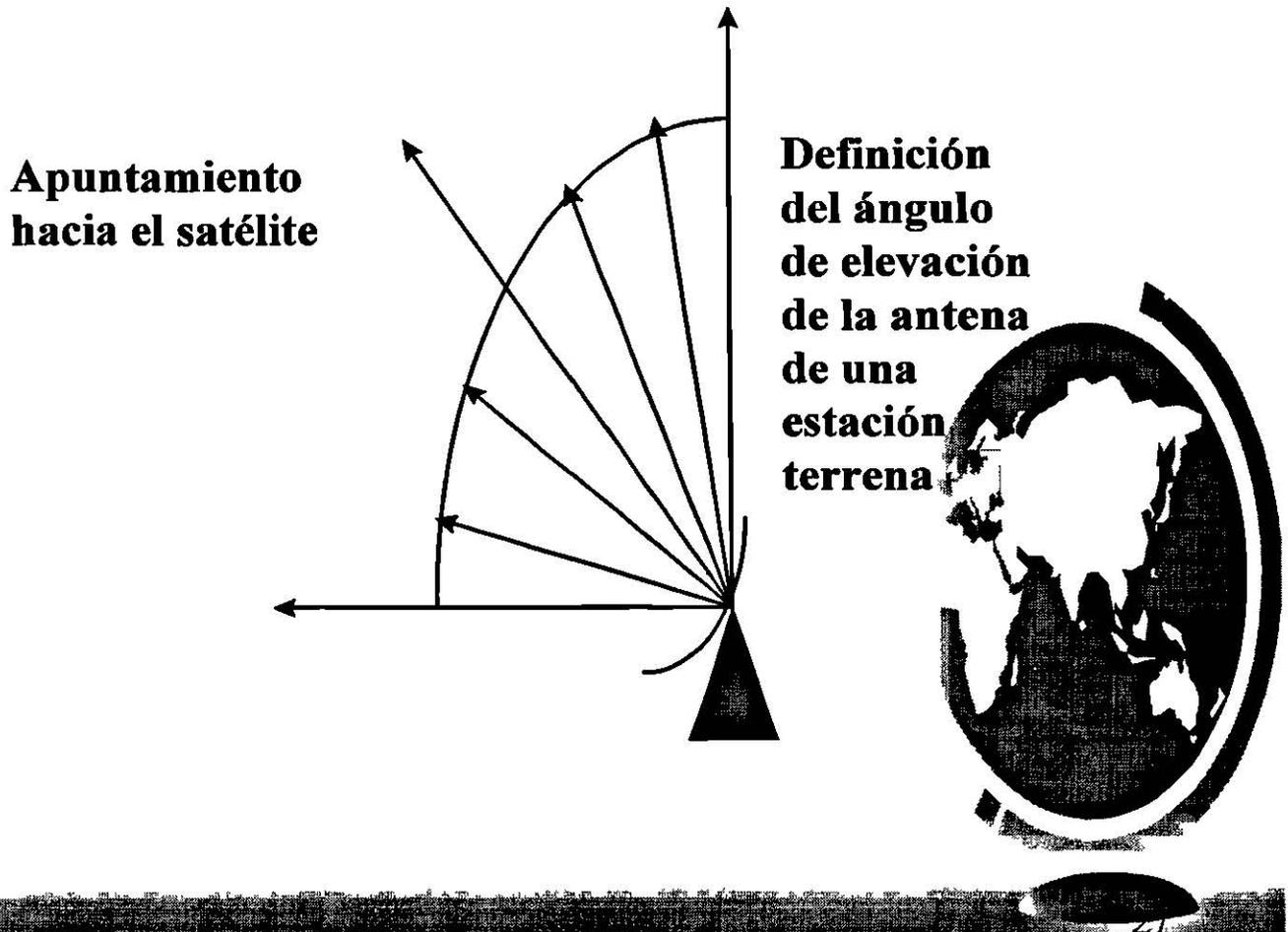
**Antena Cassegrain con alimentación frontal (modo de transmisión).**

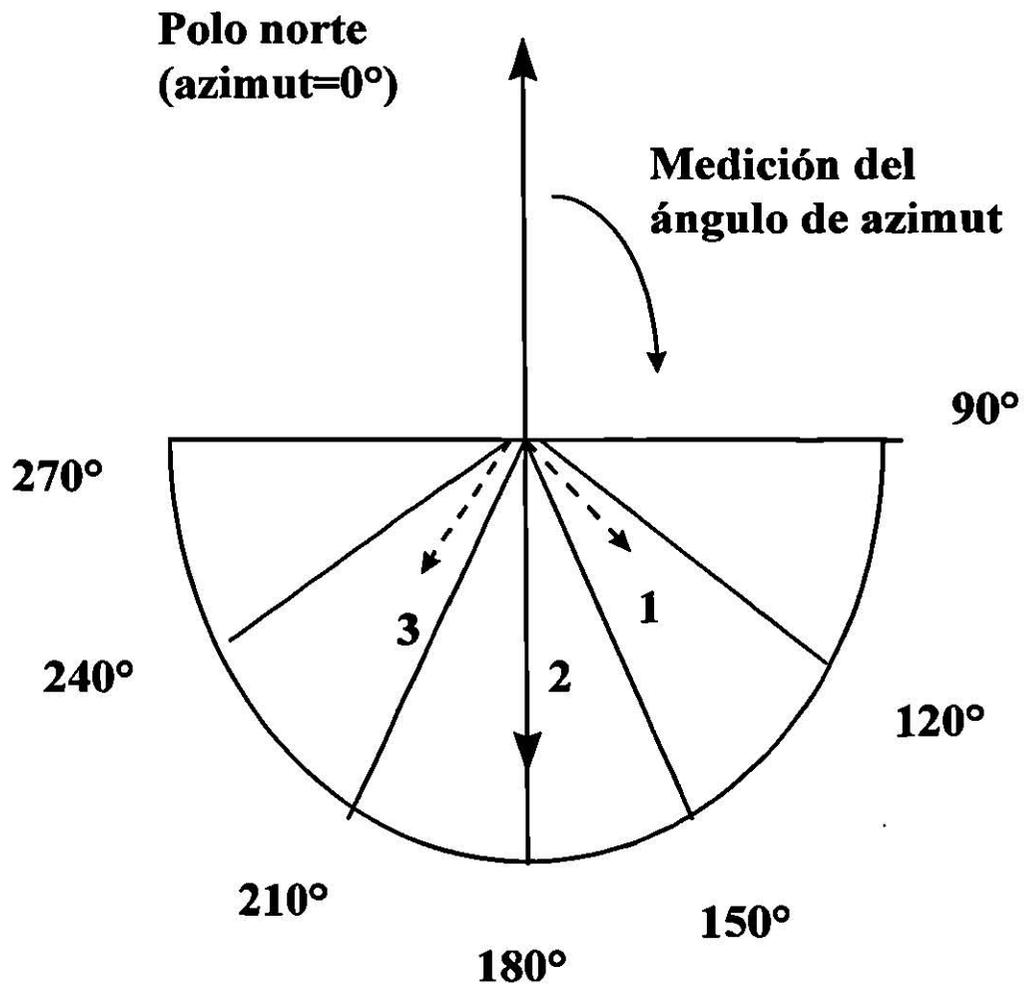
## Orientación elevación y azimut.

La orientación de la antena de una estación terrena hacia un satélite geoestacionario se realiza ajustando dos ángulos, en elevación y azimut.

El ángulo de elevación es aquel formado entre el eje de simetría del plato parabólico dirigido hacia el satélite y el piso.

El ángulo de azimut es la cantidad de 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 \*prolongando imaginariamente\* pase por la posición en longitud del satélite.

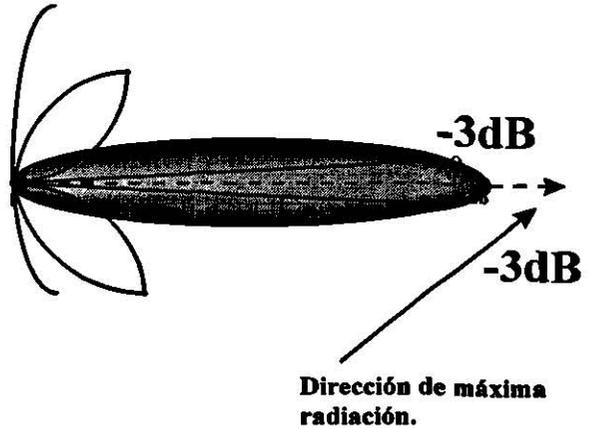
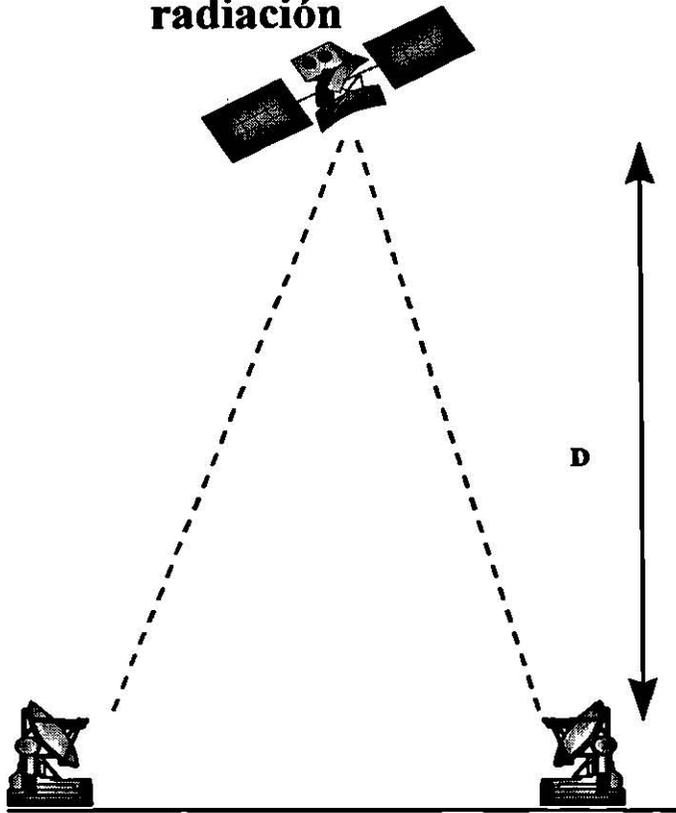




**Definición del ángulo de azimut de la antena de una estación terrena. como ejemplo, se muestran tres orientaciones distintas del plato parabólico; las flechas indican la dirección de máxima radiación para cada caso.**



# Ganancia de una antena y patrón de radiación



ancho de haz  $= \theta_{-3dB}$

$$G_{max} = \eta (\pi D / \lambda)^2$$

$$\theta_{-3dB} \approx 70 \sqrt{\lambda / D} \text{ (grados)}$$

$$G_{max(dB)} = 10 \log G_{max}$$

- D= diámetro de la antena (m)
- $\lambda$  = longitud de la onda  $= c/f$
- C= velocidad de la luz  $= 3 \cdot 10^8$  m/s
- F= frecuencia (Hz)
- $\eta$  = eficiencia de la apertura de la antena = 0.6 típico



## **El transmisor:**

Las estaciones terrenas transmisoras sencillas cuentan con un solo bloque de transmisión, y las que conducen gran cantidad de señales tienen varios bloques en paralelo el equipo transmisor consiste básicamente de tres módulos: modulador, convertidor elevador y amplificador de alta potencia.

El **modulador** de la estación combina la forma de la señal original con la señal portadora, coloca a la señal modulada en una región más alta del espectro radio eléctrico en una frecuencia intermedia.

El **convertidor elevador** transfiere a la señal de frecuencia intermedia que, dependiendo del sistema puede tener una frecuencia central de 70 Mhz, 140Mhz, 1Ghz, o más, a una posición dentro del espectro radioeléctrico en donde las nuevas frecuencias que la integran son mucho más altas que cuando salieron del modulador. La señal tiene ahora las frecuencias apropiadas para ser radiada hacia el satélite, pero su nivel de potencia es aún muy bajo, pero lo que es preciso amplificarla antes de entregársela a la antena; para esto se utiliza un **amplificador de alta potencia** o HPA, del cual existen fundamentalmente dos tipos: el tubo de ondas progresivas (TOP) o TWT y el klistrón.

El **TOP** es un amplificador de microondas que abarca todas las frecuencias utilizables del satélite (500Mhz o más en algunos casos ).

Un **klistrón** es un amplificador de banda más estrecha



## El receptor

La antena y el amplificador de bajo ruido son los elementos más importantes de una estación terrena receptora y juntos definen la calidad de su operación. La antena tiene una capacidad de amplificación o ganancia; para fines de recepción este es su parámetro más importante y se designa como  $G$ . Por su parte el **amplificador de bajo ruido** tiene una "temperatura" como su principal parámetro indicativo, y mientras esta sea más baja tanto mejor, por que el ruido que se añade a la señal es menor y la calidad de la recepción aumenta. La antena también tiene su temperatura de ruido, y la suma de ambas temperaturas determinan casi completamente la temperatura total  $T$  de la recepción, siempre y cuando las pérdidas producidas por los conectores sean bajas.

La relación  $G/T$  se conoce como **factor de calidad**, sus unidades son  $\text{dB}/^\circ\text{K}$ . La temperatura de ruido usual con que operan los amplificadores actuales es del orden de unas cuantas decenas de grados Kelvin, cuando mucho unos  $250^\circ\text{K}$ . Las señales que se propagan en la banda C son muy poco atenuadas por la lluvia y la temperatura efectiva de ruido de la antena es relativamente baja, debido a lo anterior, cuando un enlace de comunicaciones funciona en la banda Ku, para que cuando llueva, la señal no se degrade a niveles de potencia insatisfactorios; a este margen de diseño se le da el nombre de **margen de lluvia**.



# INTRODUCCIÓN

La comunicación vía satélite en nuestro tiempo es muy importante, pues a través de los satélites puestos en órbita podemos comunicarnos de continente a continente, en el mismo país, hasta en zonas rurales donde no hay comunicación física (por medio de cables). Estas comunicaciones pueden ser canales de televisión, telefonía y datos. Existen varios tipos de satélites que sirven para diferente uso dependiendo del fabricante y el dueño; entre ellos tenemos satélites de tipo militar, meteorológicos, experimentales y de comunicaciones; con ellos podemos realizar una infinidad de usos, por ejemplo saber el estado del tiempo, comunicarnos por medio de una vídeo conferencia desde otra parte del mundo, conocer otra parte del planeta, noticias en vivo, ver programas de televisión, comunicarnos por teléfono de continente a continente, etc.

Existen diferente tipos de satélites pero entre ellos tienen en algo en común como por ejemplo necesitan varias celdas solares para poder tener energía, antenas para comunicarse o transmitir su información a cualquier parte del planeta y para recibir instrucciones, también medios de propulsión para conseguir su órbita, etc.

# LANZAMIENTO Y COLOCACION EN ORBITA GEOSTACIONARIA

## ORBITA GEOSTACIONARIA

Los satélites geostacionarios son colocados en una órbita que en un punto fijo de la tierra podemos observarlos como si no se moviesen sin cambiar aparentemente de posición, este punto fue sugerido en 1945 por Arthur Clarke que sugirió en una de sus publicaciones con la posibilidad de colocar satélites en órbita, tal que podamos observarlos desde un punto en la tierra esto se logra porque la tierra gira sobre su propio eje, complementando una vuelta cada 24 horas, entonces, para un observador fijo de la tierra, se produce la ilusión de que el satélite no se mueve. Solamente con tres satélites en la órbita geostacionaria podríamos cubrir todo el globo terráqueo.

Pero para esta idea se deben cumplir varios requisitos para que el satélite se mantuviese en un punto fijo con respecto a la tierra como por ejemplo los siguientes puntos:

El satélite debe desplazarse en el mismo sentido que la rotación de la tierra

Para que el satélite no pierda altura debe de estar a una altura aproximadamente a 36,000 km de altura sobre el nivel del mar, esto también con el fin de que complete una vuelta cada 24 horas

El satélite debe de tener una velocidad constante de 3,075 m/s siguiendo una órbita circular alrededor de la tierra



En su apertura o boca; por ejemplo, una antena parabólica de dos metros de diámetros que irradia energía a una frecuencia de 11Ghz, lo hace dentro de un haz de iluminación mas angosto que como lo haría si tuviese que operar a una frecuencia de 4 Ghz, simplemente porque cuando mas alta es la frecuencia, la longitud de la onda electromagnética es mas corta y el tamaño eléctrico de la antena aumenta.

Hay satélites que tiene varias antenas de características distintas, con finalidades diferentes. Por ejemplo, el satélite de comunicaciones internacional Intelsat V tiene ocho antenas para poder cubrir una vasta extensión territorial e intercomunicarla eficientemente al menor costo posible. De estas ocho antenas, dos son globales, dos hemisferios, dos de zonas y dos puntuales. Las primeras dos son antenas de corneta y cubren la mayor cantidad posible de la superficie terrestre que puede verse de la posición del satélite; es decir, pueden recibir desde cualquier estación receptora que se halle dentro de los limites de esa zona y pueden transmitir también hacia cualquier estación receptora que este dentro de ese mismo contorno. Las otras seis antenas si son parabólicas y cubren un contorno mas corto que las otras antenas, por eso los haces de iluminación de estas antenas reciben el nombre de pincel o puntuales, esto por que concentran su potencia casi en un punto en relación de las dimensiones de la tierra.



