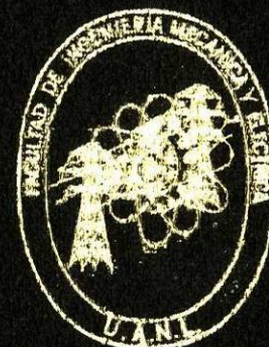


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA  
Y ELECTRICA



FUNDAMENTOS GENERALES DE COMUNICACION  
VIA SATELITE

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO EN ELECTRONICA Y COMUNICACIONES

PRESENTA

JOSE ANTONIO VAZQUEZ MEDINA

ASESOR: ING. FERNANDO ESTRADA SALAZAR

CD UNIVERSITARIA

JUNIO DE 1996

T

PK5104

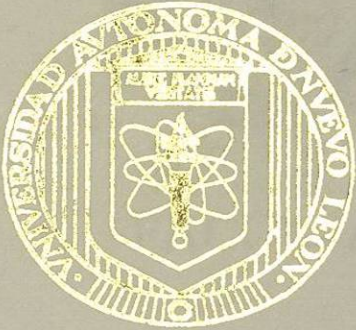
V39

C.1



1080072239

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



**FUNDAMENTOS GENERALES DE COMUNICACION**  
**VIA SATELITE**

**TESINA**

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

**PRESENTA**

**JOSE ANTONIO VAZQUEZ MEDINA**

**ASESOR: ING. FERNANDO ESTRADA SALAZAR**

**CD. UNIVERSITARIA**

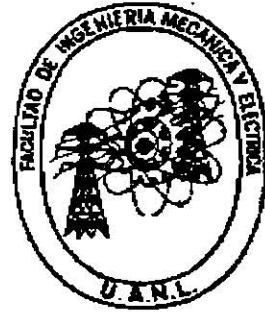
**JUNIO DE 1996**

X  
TKS104  
V39

FECHA: 9/Dic/97  
DONADO POR: Biblioteca  
"Ing. Guadalupe E.  
Cedillo Garza."  
UANL FINE BIBLIOTECA



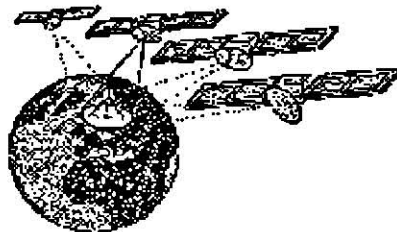
**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON.**



**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y  
ELECTRICA.**

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

**TEMA:  
FUNDAMENTOS GENERALES DE COMUNICACION  
VIA SATELITE.**



**PRESENTA:  
JOSE ANTONIO VAZQUEZ MEDINA.**

**ASESOR:  
ING. FERNANDO ESTRADA SALAZAR.**

**UN GRAN AGRADECIMIENTO A  
MIS PADRES PRINCIPALMENTE,  
A MIS HERMANOS, AMIGOS Y  
MAESTROS POR EL APOYO QUE  
ME HAN BRINDADO PARA ASÍ  
PODER ALCANZAR ESTA META.**

# INDICE.

---

<i>SECCION.</i>	<i>PAGINA NUM.</i>
• Introducción.....	1
• Conceptos basicos de comunicacion satelital.....	2
• Que es un satelite	
• Comunicacion via satelite y	
• Ventajas de la comunicacion satelital.....	3
• Clasificacion de los satelites.....	4
• Satelites de gran altura y	
• Orbita geoestacionaria.....	5
• Area de cobertura,	
• Asignacion de frecuencias y perdidas de transmision.....	6
• Bandas de frecuencia mas utilizadas y	
• Descripcion de un satelite mediante diagrama a cuadros.....	8
• Estaciones terrenas y circuitos de referencia.....	10
• Acceso multiple.....	13
• Ventajas y desventajas de TDMA y FDMA.....	14
• Ruido de intermodulacion.....	15
• Satelites de comunicacion.....	17
• Satelites FSS y	
• Satelites MPS y DBS.....	18
• Posiciones de los satelites.....	19
• Proceso de transmision.....	21



• Huellas o pisadas.....	22
• El LNC.....	23
• Polarizacion.....	24
• Tipos de polarizadores.....	25
• Sintonizador satelital y	
• Scrambling y acceso condicional.....	26
• Antena de disco.....	27
• Tamaños de antenas.....	29
• Montado de discos.....	31
• Satelites digitales.....	32
• Conexiones.....	33
• Conectores y	
• Conexiones de seguro y S-VHS.....	34
• Antenas, conexiones y enchufes.....	35

## INTRODUCCION.

En un tiempo relativamente corto los satélites han venido a ser una parte esencial de la comunicación global. En 1960, el primer satélite de TV llamado Echo fue lanzado. Este era básicamente no mas que un reflector el cual reflejaba las señales de TV que recibía desde la tierra. Dos años mas tarde le siguió el Telstar, el cual fue el primer satélite, llamado satélite activo. En lugar de solamente reflejar las señales que le llegaban, también convertía las señales para evitar interferencias entre las señales de subida y las señales de bajada.

Telstar tenía una velocidad rotacional la cual era muy diferente de la velocidad rotacional de la tierra, de manera que tenía que ser seguido muy precisamente para las transmisiones y recepciones. En 1964, este problema fue resuelto, cuando el primer satélite sincrónico a la tierra fue lanzado, este satélite tenía el nombre de Syncom, despues le siguieron muchos otros desde entonces, el mas conocido tal vez podría ser Intelsat I, el cual fue lanzado en 1965. Por 1969 la red satelital se extendió a una comunicación de ancho mundial.

En diciembre de 1982, el Astra I fue lanzado, el cual generó un nuevo interés en los satélites para el publico de Europa. Con esto ha sido posible para la gente en Europa recibir transmisiones de TV y radio con una pequeña antena de disco.

# CONCEPTOS BASICOS DE COMUNICACIÓN VIA SATÉLITE

## SATÉLITE.

Un satélite no es mas que una repetidora(en el rango de las microondas) puesta en el espacio. Un satélite no crea transmisiones por si mismo, solo retransmite ó releva lo que recibe de la tierra. El satélite recibe la señal proveniente de la tierra en la banda llamada up-link y la regresa en la banda down-link produciéndose un retardo de aproximadamente 0.26 segundos.



Figura de un satélite

## COMUNICACIÓN VIA SATÉLITE.

Las radiocomunicaciones por onda corta solo pueden proporcionar un numero limitado de canales debido a lo limitado que es su ancho de banda utilizable. Se debe saber que a mayor frecuencia de portadora se dispone de un mayor ancho de banda y por lo tanto de mayor capacidad, además de que la banda que se maneja en estos enlaces esta ya saturada , esta es afectada por factores aleatorios ya que depende de la ionosfera , la cual es muy cambiante e irregular.

Con los enlaces de microondas por tierra se superan los problemas de ancho de banda y de la ionosfera son superados , solo que el empleo de estos no es muy factible en enlaces intercontinentales por la imposibilidad de instalar repetidoras, con las características que se exigen, en medio de los océanos. En lo que se refiere a los cables(cables submarinos) tienen amplio ancho de banda pero a la vez limitado.

Por todo lo anterior surgió la alternativa de establecer la comunicación mediante una repetidora colocada en el espacio : satélite.

La utilización del satélite hace factible el uso de las microondas con las ventajas de capacidad y además de utilizar una sola repetidora para enlazar dos puntos en vez de 30 repetidoras o mas. El satélite permite el salto de los océanos para lograr una comunicación intercontinental.

## **VENTAJAS DE LA COMUNICACIÓN VÍA SATÉLITE.**

- a) **Simplificación del sistema.** Debido a que el satélite se encuentra a una gran altura se puede lograr línea de vista entre este y cualquier estación terrena que se encuentre dentro de su cobertura, la cual puede llegar a abarcar el 40% de la superficie de la tierra con un solo satélite.
  - b) **Mayor calidad.** Recordando que cualquier proceso electrónico genera ruido y degrada la señal, se alcanza una gran ventaja al tener solamente una repetidora, el satélite, ya que solo se tiene una fuente de ruido comparando contra una red de microondas de 20 o mas repetidoras con la que se tendrían 20 fuentes de ruido.
  - c) **Mas confiabilidad.** Al estarse manejando solamente una repetidora, como lo es el satélite, en vez de utilizar una red de estas la posibilidad de fallas se reduce a solo una, lo que nos brinda una mayor confiabilidad, además de que en la fabricación de satélites las normas son mas estrictas, para seguridad de su funcionamiento en su tiempo de vida útil, y los satélites poseen sistemas redundantes para las partes que son mas propensas a dañarse.
  - d) **Alta capacidad.** Esta ventaja la proporciona el manejo de las microondas como frecuencias portadoras. Los satélites actuales tienen capacidad de manejar hasta 24 canales de TV simultáneamente.
- Ventajas da tipo social.** Por medio de los satélites se logra comunicación con lugares que por medio de otros sistemas no se lograría.

## CLASIFICACIÓN DE LOS SATÉLITES.

- a) De acuerdo a su principio de operación.- de acuerdo a su operación los podemos clasificar en satélites pasivos y satélites activos. Un satélite es denominado pasivo cuando en el no se involucra ningún proceso electrónico, es decir, actúa solamente como una superficie reflectora.  
Es llamado activo cuando en el se lleva a cabo algún proceso electrónico como lo son : grabación, reproducción, amplificación, cambio de frecuencia, etc.
- b) De acuerdo a su aplicación.- Podemos clasificar los satélites en dos grupos : civiles y militares. Dentro de la clasificación de civiles podemos ubicar todos los de comunicaciones, los meteorológicos, los de investigación, etc.
- c) De acuerdo a su órbita. De acuerdo a la órbita se clasifican en geoestacionarios y no geoestacionarios. Un satélite geoestacionario es aquel satélite que permanece fijo con respecto a la tierra , es decir, visto desde la tierra se vería como un punto fijo en el cielo. Un satélite no geoestacionario aparecería siempre en movimiento con respecto a la tierra. Un sistema de comunicación vía satélite requiere de una órbita geoestacionaria por esto :

1.- Como permanece fijo el satélite en esta órbita no es necesario rastrear el movimiento para orientar la antena, es decir una vez que se localiza el satélite y la antena es orientada esta permanece fija. Lo cual implica un costo menor en el valor de la estación terrena.

2.- Como el satélite permanece fijo se logra una continuidad en el sistema de 24 horas al día, teniendo ya orientada la antena. será global cuando su transmisión cubra todo el espacio de la tierra, de acuerdo a su línea de vista, en la practica esto sería alrededor del 40% de la superficie de la tierra. Un satélite será de cobertura doméstica cuando su transmisión cubra solamente un área específica, la cual puede ser grande o pequeña. Existe una clasificación la cual se encuentra entre el global y el doméstico la cual es de cobertura regional, cuyo objetivo es cubrir varias zonas específicas.

Entre un satélite y otro lo que los diferencia técnicamente en su tipo de cobertura es el tipo de antena. En un satélite de cobertura global, como loes el INTELSAT se utiliza comúnmente la antena tipo corneta, y en los de cobertura domestica como los MORELOS se utiliza una antena de tipo parábola.

## **SATÉLITES DE GRAN ALTURA GEOESTACIONARIOS.**

Sistemas de gran altura son aquellos en que los satélites están conectados en órbitas que tienen una distancia en altura con respecto a la superficie de la tierra, mayor a 20,000 km. La altura aproximada de este tipo de satélites es de 36,000 km.

## **ÓRBITA GEOESTACIONARIA.**

Las condiciones que se deben reunir para que un satélite guarde una órbita geoestacionaria son las siguientes:

- a) La órbita debe ser circular.
- b) La órbita debe ser ecuatorial.
- c) La altura sobre el nivel del mar debe ser de 35,890 km.
- d) El satélite debe desplazarse en el mismo sentido de rotación de la tierra.

Cumpliendo con estas condiciones se logra un periodo de 24 horas. Una vez que el satélite es colocado en su posición, es necesario estabilizarlo y corregir su posición constantemente ya que existen fuerzas externas que se encargan de moverlo, para esto se utilizan los subsistemas de propulsión, estos motores y los de orientación utilizan u operan normalmente con combustibles químicos, el mas utilizado es la Hidrazina Monopropelente. Este combustible es el que determina la vida útil del satélite, la cual es aproximadamente de 10 a 14 años.

## ÁREA DE COBERTURA.

Para lograr establecer un sistema de comunicación global a nivel mundial son requeridos tres satélites. En el caso de los sistemas INTELSAT los satélites están ubicados sobre el océano Atlántico, el Pacífico y sobre el océano Indico.

Uno de los mayores o el mayor problema de un sistema de comunicación satelital geoestacionario es el retardo de la señal, alrededor de 0.26 segundos, para una comunicación de un solo salto estación terrena-sat-estación terrena.

## ASIGNACION DE FRECUENCIAS Y PERDIDAS DE TRANSMISION.

Los satélites en general, como parte de un sistema de comunicaciones, tienen como finalidad retransmitir las señales enviadas desde la estación terrena. En lo que se refiere a los satélites geoestacionarios, debido a la distancia en que se encuentran con respecto a la tierra (35,890 km) se requiere de dispositivos para compensar las pérdidas ocasionadas en el espacio libre.

En la siguiente ecuación se puede observar que la potencia recibida desde una estación espacial (satélite) es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia o inversamente proporcional a las pérdidas en el espacio libre.

$$P_r = P_t G_t G_r \left[ \frac{\lambda}{4\pi d} \right]^2$$

De donde:

$P_t$  = Potencia de transmisión.

$G_t$  = Ganancia de antena de transmisión.

$G_r$  = Ganancia de antena de recepción.

$\lambda$  = Longitud de onda.

$d$  = Distancia entre el satélite y estación terrena.

$[4\pi d/\lambda]$  = Determina las pérdidas en el espacio libre.

Las pérdidas en el espacio libre son compensadas por dispositivos activos como amplificadores a diodo túnel, GaASFET, Y tubos de onda progresiva de alto y bajo nivel. Además se incluyen a estos dispositivos, osciladores y mezcladores para transponder o abatir las frecuencias transmitidas de las recibidas para así evitar interferencias sufridas en el satélite por el uso de una misma frecuencia para transmisión y recepción.

Por esto un satélite geoestacionario tiene la característica de que la frecuencia de recepción es diferente a la frecuencia de transmisión.

$$F_t \neq F_r$$

De donde:

$F_t$  = Frecuencia de transmisión.

$F_r$  = Frecuencia de recepción.

Las primeras bandas de frecuencias dadas a conocer en la Conferencia Extraordinaria Radioadministrativa celebrada en Génova en 1963, después de considerar que en frecuencias menores de 1 ghz, el ruido estático y cósmico aumenta y que a frecuencias mayores de 10 Ghz, las ondas son absorbidas por el oxígeno o el vapor existente en el aire cuando pasan a través de la zona atmosférica, se acordó finalmente apta la banda de frecuencias comprendidas entre 1 y 10 Ghz para ser utilizadas en comunicaciones vía satélite, quedando designadas para usarse en sistemas de comunicación por satélite las frecuencias de 5,925-6,425 Mhz para la transmisión de tierra a satélite y de 3,700-4200 Mhz para la transmisión de satélite a tierra (banda C).

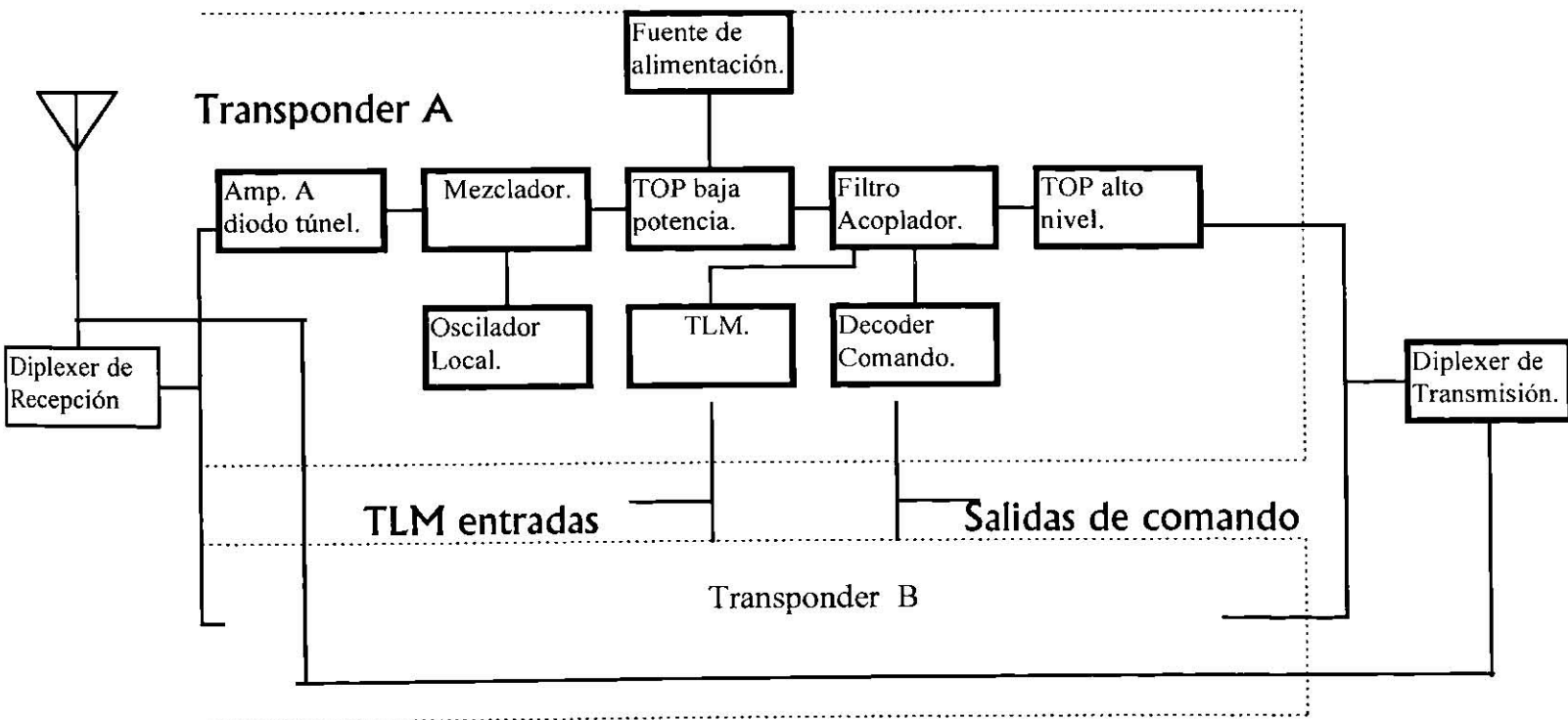
Actualmente algunos de los problemas existentes fuera del rango de 1 a 10 Ghz han sido compensados, por lo cual se manejan otras bandas.



## LAS BANDAS MAS UTILIZADAS SON:

	BANDA C	BANDA Ku	Banda Ka
	MHz.	MHz.	MHz.
Ascendente	5,925-6,425	14,000-14,500	27,500-31,000
Descendente	3,700-4,200	11,700-12,200	17,700-21,200

## DESCRIPCION DE UN SATÉLITE TIPICO MEDIANTE DIAGRAMA DE CUADROS .



### A) Antena.

La antena se encarga de recibir las señales de comunicaciones enviadas desde la estación terrena en frecuencias del, orden de los 6 GHZ, y las pasa al diplexer de recepción.

## B) Diplexer de recepción.

En el diplexer de recepción son separadas las diferentes bandas (o portadoras) de comunicación para así ser alimentadas a su respectivo transponder o canal.

## C) Amplificador diodo túnel.

Observando la señal en uno de los transponder nos damos cuenta de que esta es amplificada por el amplificador diodo túnel el cual tiene, aproximadamente una ganancia de 31 dB y una figura de ruido de aproximadamente 4.3 dB.

Generalmente nos referimos a este amplificador como un LNA (low noise amplifier) Amplificador de bajo ruido, por otra parte debemos saber que en un satélite se utilizan como dispositivos activos los transistores de efecto de campo de arseniuro de galio o GaAsFET.

## D) Mezclador.

En este se mezclan las señales de 6 Ghz y se convierten en señales del orden de los 4 Ghz, También en esta parte se encuentran filtros, los cuales se encargan de eliminar las señales indeseables, que son producto de la mezcla, dejando así que pasen hacia el tubo de ondas progresivas solo las señales útiles de comunicaciones.

La frecuencia de bajada siempre será menor que la frecuencia de subida. Esto es así porque la señal de bajada esta limitada en cuanto a potencia por la capacidad de las celdas solares que son la única fuente de energía eléctrica disponible en el satélite y además se considera que a mayor frecuencia existen mas perdidas de propagación por lo cual es preferible seleccionar la de menos perdidas para loa bajada y lograr que llegue a tierra con un mayor nivel de potencia que si se escogiera la de mayor frecuencia.

E) Tubo de ondas progresivas de baja potencia.

En este equipo las señales son solamente amplificadas.

F) Tubo de ondas progresivas de alta potencia.

En este equipo las señales de comunicaciones son finalmente amplificadas a un rango adecuado para su transmisión.

Este equipo y el anterior puede ser considerado en conjunto como HPA (high power amplifier) Amplificador de alta potencia. En algunos sistemas este equipo esta constituido por dispositivos de estado sólido.

G) Diplexer de transmisión.

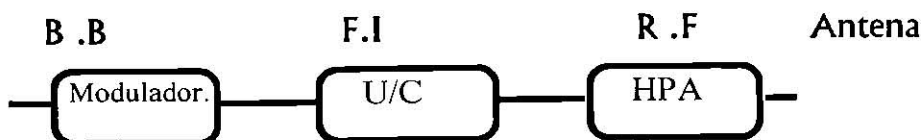
Las señales de todos los transponder son combinadas para ser alimentadas a la antena de comunicaciones que se encargara de transmitir la información hacia la tierra.

## ESTACIONES TERRENAS.

Circuito hipotético de referencia .

Este circuito viene siendo el circuito de referencia según las normas.

### CIRCUITO HIPOTÉTICO DE REFERENCIA DE LA ESTACIÓN TERRENA TRANSMISORA.

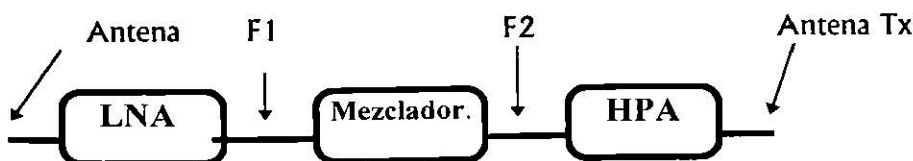


- B .B .- Señal banda base : señal a transmitir.
- Modulador se encarga de modular la señal a una frecuencia intermedia (generalmente se modula a 70 Mhz).
- U/C.- Up Converter .- Convertidor de subida, se encarga de convertir la señal de frecuencia intermedia a una frecuencia de microondas para que pueda ser transmitida.
- HPA .- High Power Amplifier.- Amplificador de alta potencia, amplifica la señal de microondas para ser transmitida.
- Antena de transmisión.

La señal de información, ya sea telefonía, televisión, etc. Es recibida por el equipo transmisor de satélite en la estación terrena después de que esta es agrupada debidamente mediante multiplexión en la forma de señal banda base (BB), y esta señal se alimenta al modulador. Este modulador,

como se mencionó anteriormente opera a una frecuencia estándar de 70 MHz, llamada frecuencia intermedia (FI) la cual es modulada en frecuencia por la banda base. La señal FI modulada es elevada al rango de microondas por un convertidor de subida y luego es amplificada en el HPA para que alcance un nivel de potencia suficiente para que la señal llegue hasta el satélite.

### CIRCUITO HIPOTÉTICO DE REFERENCIA DEL SATÉLITE DE RADIOCOMUNICACIONES.



- ◆ Antena de lado de recepción.
- ◆ amplificador de bajo nivel de ruido.
- ◆ Convertidor de frecuencia.
- ◆ Amplificador de alta potencia (HPA).
- ◆ Antena de lado de recepción.

**LNA (Low Noise Amplifier).- Amplificador de bajo ruido.**

El amplificador de bajo nivel de ruido es utilizado, ya que la señal cuando llega al satélite llega muy pequeña, en el orden de los picowatts y el ruido que lleva la señal anda por este mismo rango.

Si utilizamos un amplificador normal este ruido se amplificaría al igual que la señal, por lo tanto se utiliza el LNA.

**El Mezclador.- Convertidor de frecuencia.**

Se utiliza un convertidor de frecuencia para cambiarle la frecuencia la señal que nos llega, es decir para utilizar una frecuencia de transmisión distinta a la frecuencia de recepción, esto para evitar alguna interferencia entre las antenas.

En el Mezclador el cambio de frecuencia es un valor fijo, este cambio es :

Banda C 2225 MHz menos que la frecuencia que sube.

Banda KU 2300 MHz menos que la frecuencia que sube.

Al llegar la señal al satélite, es captada por la antena de recepción y esta manda la señal a un amplificador de bajo ruido el cual amplifica la señal de microondas y la envía a un convertido el cual se encarga de bajar la frecuencia al rango de Down-link, despues el amplificador de alta potencia la amplifica para así ser enviada a tierra por la antena de transmisión, la cual en ocasiones puede ser la misma que la de recepción.

## CIRCUITO HIPOTETICO DE REFERENCIA DE UNA ESTACIÓN TERRENA RECEPTORA.



- ◆ Antena de recepción.
- ◆ Amplificador de bajo nivel de ruido.
- ◆ Convertidor de bajada (D/C).
- ◆ Demodulador.
- ◆ Entrega de la señal de banda base.

D/C (Down Converter). convertidor descendente o de bajada.

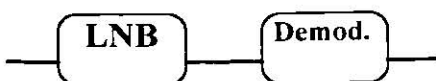
Este se encarga de convertir la frecuencia de microondas a una frecuencia intermedia.

Demodulador.

Este demodula la señal FI modulada para recuperar la señal banda base.

LNB.- Low Noise Block.

Este es un tipo de equipo que es utilizado en lugar de el LNA y el D/C ya que tiene juntas esas dos etapas.



En la estación terrena receptora la señal es recibida por la antena y es pasada a el amplificador de bajo ruido donde se amplifica con un nivel bajo de ruido y de ahí pasa al convertidor de bajada el cual convierte la señal de frecuencia de microondas a una señal de frecuencia intermedia y despues alimenta esta señal al demodulador, donde es recuperada la información o señal de banda base.

## Acceso Múltiple.

El acceso múltiple se define como la capacidad para que un gran numero de estaciones terrenas transmisoras se conecten atraves de un satélite en común.

Los mas comunes tipos de acceso múltiple son :

- \* **FDMA.-** Acceso múltiple por división de frecuencia. Donde todos los usuarios tienen acceso al satélite al mismo tiempo pero cada uno transmite en su propia y única banda de frecuencias.
- \* **TDMA.-** Acceso múltiple por división de tiempo, donde los usuarios transmiten por turno en su propia y única ranura de tiempo.
- \* **CDMA.-** Acceso múltiple por división de código, muchas estaciones terrenas transmiten simultáneamente señales codificadas distribuidas en todo el ancho de banda asignado. Los sistemas decodificadores reciben

las transmisiones combinadas provenientes de diferentes estaciones y recuperan cada uno de ellos.

## VENTAJAS DE FDMA.

- 1.No se requiere de sincronización, es decir cada estación transmite independientemente de las otras.
2. La asignación de canal es simple y directa.

## DESVENTAJAS DE FDMA.

1. Los niveles de potencia de los enlaces ascendentes deben ser estrechamente coordinados par hacer uso eficaz de la potencia de salida de microondas de los transponders.
2. El sistema esta propenso a intermodulación, por lo que es necesario reducir la potencia total del transponder conforme aumenta el numero de portadoras con la consecuente perdida de eficiencia.

## VENTAJAS DE TDMA.

1. No se comparte la potencia y por lo tanto no se presentan problemas de intermodulación.
2. El sistema es flexible en cuanto a la potencia isotropica radiada efectiva (PIRE), que cada usuario transmite en cada enlace ascendente.

## DESVENTAJAS DE TDMA.

1. Se requiere de una sincronía perfecta en la red.  
Se requiere de una gran capacidad de almacenamiento si la "trama" es larga.

## RUIDO DE INTERMODULACION.

Debido a la característica no lineal del TWT del transponder del satélite, cuando se presentan varias portadoras (como en el caso FDMA) se producen productos de intermodulación entre las portadoras afectando la calidad de la transmisión, a estos productos de intermodulación se les da el nombre de ruido de intermodulación.



## DISEÑO DE ENLACES DE COMUNICACIÓN VIA SATÉLITE.

### EJEMPLO.

El gobierno francés planea establecer un servicio de telecomunicaciones vía satélite entre Francia y otros territorios con el fin de proporcionar los siguientes servicios.

- a) Comunicar Francia con la Guyana, la Martinica, Guadalupe y la reunión por medio de un enlace bilateral que permita la transmisión de 252 canales de voz.
- b) Comunicar la Guyana con Martinica y Guadalupe con Saint-Barthelemy por medio de un enlace bilateral que permita la transmisión de 96 canales de voz.

Las condiciones siguientes deberán ser respetadas :

1. El satélite será colocado en una órbita geoestacionaria de tal forma que sea visto por las diferentes estaciones terrenas con una elevación superior a  $5^\circ$ , además no deberá haber otro satélite que utilice la misma frecuencia a  $3^\circ$  de separación.
2. Las bandas de frecuencia utilizadas son las primeras bandas asignadas al servicio fijo de telecomunicaciones por satélite (5925-6425 MHz up-link ; 3700-4200 MHz down-link).
3. Se utilizaran dos repetidoras de 75 MHz de ancho de banda ; una banda de 25 MHz será dejada entre las bandas de los repetidores. El repetidor No. 2 transmitirá los 7 enlaces destinados a la región Antillas-Guyana, por medio de una antena tipo "Spot Beam". El repetidor No. 1 transmitirá los otros 5 enlaces destinados a Francia y la Reunión por medio de una antena tipo corneta de cobertura global. Esta misma antena servirá de antena de recepción a 6 GHz.
4. El sistema utilizado es el de acceso múltiple por división de frecuencia y las diferentes portadoras son moduladas en frecuencia. Se dejará una banda de guardia entre el canal "i" y el canal "j" igual a :

$$0.1(\text{banda de Carlson } i + \text{ banda de Carlson } j)$$

5. Se respetará la cláusula de calidad de transmisión recomendada por el CCIR en sus avisos 353-2 y 356-2 de 9000 pWpo. Un margen suplementario de 0.9 dB será considerado para tomar en cuenta las imperfecciones de las estaciones terrenas, lo que permita definir la relación señal a ruido mínima igual a 51.4 dB.

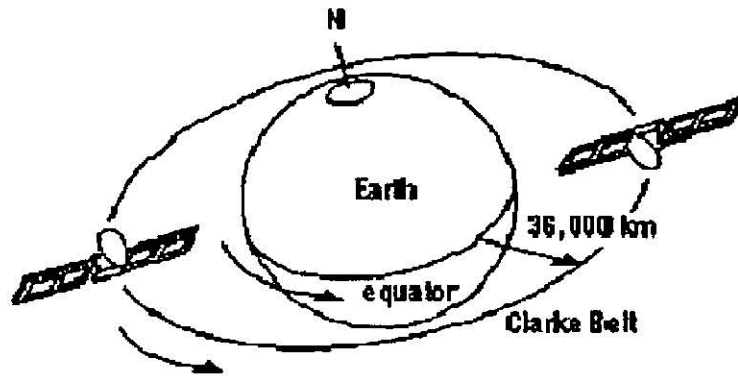
## SATÉLITES DE COMUNICACIÓN.

Toda la corriente de satélites de comunicación son sincronicos a la tierra, o geoestacionarios. Esto significa que circulan la tierra en una órbita especificada, a la misma velocidad de la tierra por si mismos.

Como resultado parecen estar fijos. Todos los satélites geoestacionarios giran alrededor de la tierra a una altura de 36,000 km, precisamente sobre el ecuador.

Aquí la fuerza gravitacional y la fuerza centrifuga de la tierra se encuentran en equilibrio, como resultado el satélite permanece en su posición y no cae de regreso a la tierra.

Su velocidad es aproximadamente 11,000km por hora y la distancia a Europa central es aproximadamente 41,000km. Así como la distancia, la posición sobre del ecuador no cambia, de esta manera las estaciones de transmisión y recepción pueden mantener su dirección hacia el satélite. La órbita geoestacionaria donde los satélites se encuentran es también llamada el Cinturón de Clark. El fue un escritor y científico británico quien primero propuso la idea de la órbita geoestacionaria usada hoy en día por los satélites.



Cinturón de Clarke  
Usado por satélites geoestacionarios

Los satélites no geoestacionarios son usados para aplicaciones como observaciones del clima, aplicaciones militares y experimentales. La mayoría de ellos circulan la tierra a una altitud mas baja que los satélites geoestacionaros. Su velocidad orbital debe ser muy rápida, porque la gravedad de la tierra podría hacerlos caer.

### Satélites de Servicio Fijo. Fixed Service Satellites. (FSS).

Los FSS son satélites diseñados para transportar llamadas telefónicas, transmisión de datos y señales de TV para radiodifusión y compañías de cable. Porque estos satélites tienen una potencia relativamente baja de 10 a 20 watts por canal transmitido, esto quiere decir que se requiere de una antena de disco grande para una buena recepción, (menos potencia significa una débil señal la cual es mas difícil de levantar de manera que requiere de una antena grande). Sin embargo, la ventaja de los satélites de baja potencia es que mas programas pueden tener radiodifusión.

## **SATÉLITES PARA CONSUMIDORES. DBS Y MPS.**

Un DBS (Direct Broadcasting Satellite) ó Satélite de Radiodifusión Directa, es un satélite con alta potencia de transmisión, especialmente diseñado para transmitir programas de radio y TV por su alta potencia de transmisión

(arriba de 10 veces la potencia de un satélite FSS). Esta señal puede ser recibida con una pequeña antena de disco de 25 a 40 cm.

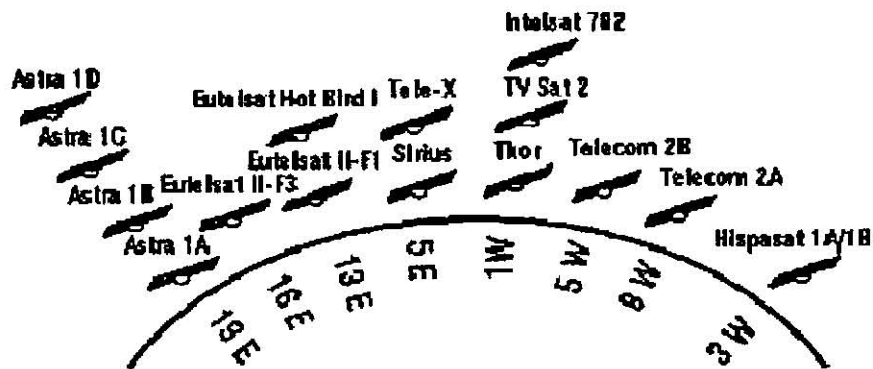
Otro tipo de satélite es el MPS (Medium Powered Satellite) o Satélite de Potencia Media, el cual es un satélite con una potencia de transmisión de 50watts. La ventaja de este tipo de satélite es que tiene mas potencia que el FSS y la señal puede ser recibida mucho mas fácil. Aunque tiene menos potencia que un DBS, su ventaja sobre un DBS es que este habilita al satélite para radiodifusión de mas programas.

El satélite Astra es un ejemplo de MPS. MPS y DBS son referidos como satélites para consumidores.

## **POSICIONES DE LOS SATÉLITES.**

Todos los satélites para usuarios están localizados en la misma órbita geoestacionaria, 36,000 km sobre el ecuador. Sus posiciones varían de este a oeste de acuerdo con normas internacionales. Estas normas acerca de la posición orbital permita en varios satélites estar en la misma localización. De manera que los televidentes pueden recibir una gran oportunidad de programas con una antena de disco fija. También cuando un satélite necesita ser reemplazado(el tiempo de vida de un satélite es de aproximadamente 15 años).

El satélite de reemplazo puede ser puesto en la misma posición, de manera que cuando el primero muere y cae de regreso a la tierra el siguiente está listo para continuar la radiodifusión a las mismas estaciones.



Los satélites para consumidores están localizados sobre el ecuador, en diferentes posiciones de este a oeste.

Las posiciones de los satélites son controladas por los acuerdos internacionales declarados por la IRFB (International Radio Frequencies Board).

El IRFB también coordina las frecuencias usadas por los satélites de radiodifusión, para de esta manera prevenir interferencias que serían causadas por dos o más satélites usando la misma frecuencia. La frecuencia de transmisión usada por usuarios de satélites es en la banda Ku, la cual es muy estrecha de 10 a 17 Ghz.

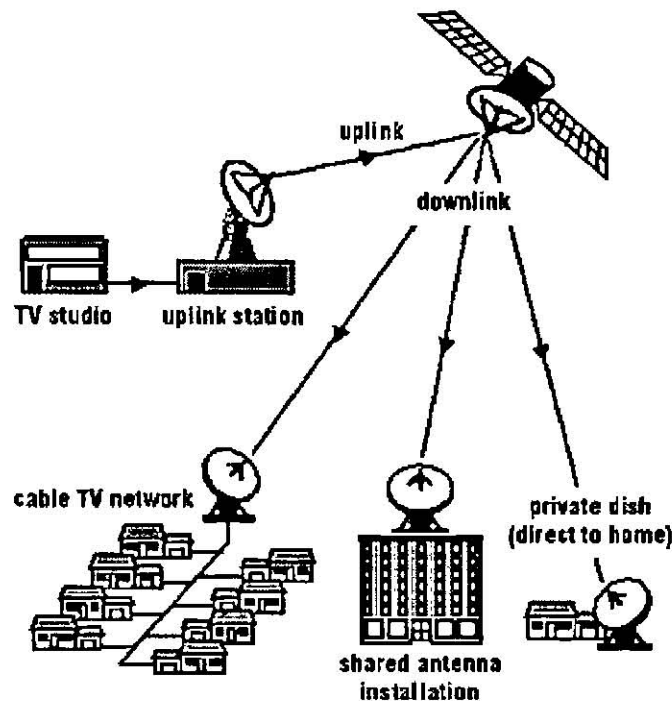
El rango dentro de la banda Ku que es actualmente usado es entre 10.7 Ghz y 12.75 Ghz.

10.7-11.7 Ghz FSS+MPS  
11.7-12.5 Ghz DBS  
12.5-12.75 Ghz FSS (telecomunicaciones)

## PROCESO DE TRANSMISION.

Las señales son mandadas al satélite desde la superficie de la tierra. La estación de transmisión es llamada estación up-link. La transmisión toma lugar vía modulación de frecuencia (FM). La ventaja de FM es que no hay problemas respecto al rango de frecuencia y dinamismo que necesita ser transmitido, además FM es menos sensitivo que AM. Por razones practicas las estaciones de radiodifusión de TV convencional son de AM.

La transmisión de salida toma lugar a una muy alta frecuencia, de 14,000 Mhz (14 Ghz). Para esquivar cualquier interferencia la señal de bajada (Down-link) es transmitida a una frecuencia de entre 10 y 12 Ghz. Esta es la llamada banda Ku, la cual cubre un área de 10.7 a 12.75 Ghz. La señal de bajada down-link es mandada a la tierra en una onda dirigida , vía una antena de disco parabólica que mira a una antena similar de disco receptora. De ahí esta señal puede ser enviada a una antena privada o a las compañías de cable.



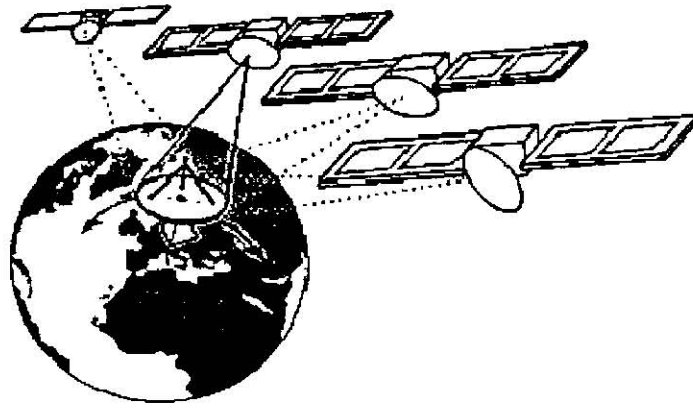
La figura muestra el proceso de transmisión y recepción satelital.

## HUELLAS O PISADAS (FOOTPRINTS).

Los satélites para consumidores utilizan una onda dirigida concentrada para dar una fuerte señal sobre una pequeña área de tierra. El área sobre la cual la señal puede ser recibida es llamada huella de un satélite.

Los diagramas de huellas muestran el área de cobertura, incluyendo el tamaño de la antena que es necesario para una buena recepción en la central y las áreas alejadas.

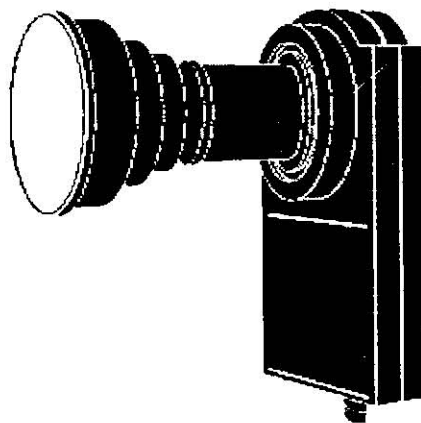
Bajo condiciones normales, una buena recepción dentro del área de la huella es posible lograrla el 99.9% de las veces, sin embargo las condiciones del clima pueden tener un efecto adverso en la calidad de la recepción, por un corto periodo.



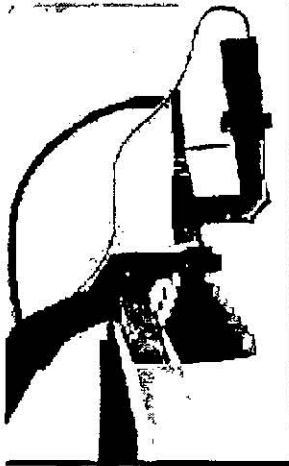
El diagrama de huellas muestra el área de cobertura y los tamaños de antena requeridos en la central y otras áreas.

## LNC.

Las señales recibidas por la antena de discos son transferidas a un convertidor de frecuencias llamado LNC (Low Noise Converter), Convertidor de Bajo Ruido, el cual está colocado en el punto focal de la antena de disco. El LNC es también llamado LNB (Low Noise Block converter). El LNC convierte la señal de llegada a una frecuencia baja en el área de 950 y 2150 Mhz, y entonces amplifica la señal antes de mandarla al sintonizador de satélite. Para evitar una débil señal, es muy importante hacer la amplificación libre de ruido, durante la amplificación de frecuencias, todo es amplificado, incluyendo el ruido.



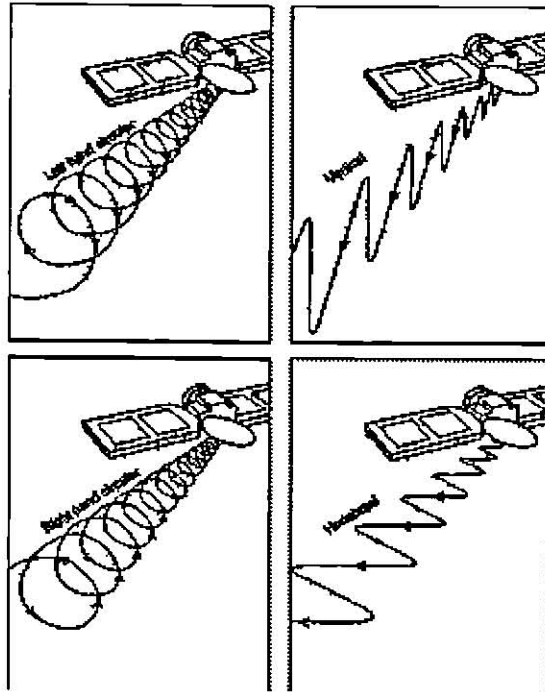




Un convertidor de bajo ruido se localiza en el punto focal de la antena

## POLARIZACION.

La polarización es un camino para darle a las señales de transmisión una dirección específica. Esto hace mas concentrada la onda. Las señales transmitidas por satélite pueden ser polarizadas en una de 4 formas diferentes, lineal (horizontal o vertical) o circular (mano izquierda o mano derecha). Los satélites FSS utilizan horizontal y vertical, mientras DBS utilizan polarización mano izquierda y mano derecha. Para usar los canales que son de radiodifusión tan eficientemente como sea posible. Ambas polarizaciones horizontal y vertical (y mano izquierda y mano derecha de polarización circular) pueden ser aplicadas simultáneamente por canal o por frecuencia .



Las señales de TV transmitidas por satélite pueden ser polarizadas en cuatro diferentes formas: (1) vertical, (2) horizontal, (3) circular mano izquierda y (4) circular mano derecha.

## TIPOS DE POLARIZADORES.

En orden de seleccionar la polarización, el LNC debe ser provisto con un polarizador. Hay tres tipos de polarizadores: mecánico, magnético\ ferrita, y eléctricamente controlados.

El polarizador mecánico es un pequeño motor de pulsos controlados en el cual rota una prueba de metal entre las direcciones de polarización vertical y horizontal. Este sistema ofrece amplia precisión de switcheo, con baja pérdidas de señal. Esto da un ancho de banda de recepción, cubriendo todas las bandas de frecuencia. Por adición un pequeño depolarizador circular. El polarizador puede ser modificado para recibir señales polarizadas circularmente.

El polarizador magnético\ ferrita no tiene partes movibles y da switcheo instantáneo efectivamente combinando con bajas pérdidas de señal.

Los canales necesitan ser pre programados. Este puede ser modificado al igual que el anterior.

El 14/18V polarizador eléctricamente controlado esta integrado dentro del LNC y no requiere conexión adicional, un cable coaxial.

## SINTONIZADOR SATELITAL.

La señal llega a el sintonizador satelital vía el LNC. Un sintonizador satelital enseguida de el sintonizador de TV es necesario para una recepción satelital. Los sintonizadores de TV normales pueden solamente agarrar señales entre 47 y 870 Mhz, mientras que la transmisión satelital toma entre 950 y 2150 Mhz. Los sintonizadores de tv no pueden procesar las señales de audio del satélite.

Algunas TV 's y VCR 's tienen sintonizadores de TV construidos dentro. En adición al sintonizador se puede tener o necesitar un posicionador de antena, una caja descompresora y una tarjeta de lectura para recibir transmisiones codificadas, las cuales pueden estar todas construidas dentro del sintonizador.

Todos los sintonizadores de satélite están equipados con una conexión especial para la existencia de antena o cable , la cual hace innecesaria la reconexion si tu quieres switchar de un convencional a un satélite de TV y viceversa.

## SCRAMBLING Y ACCESO CONDICIONAL.

No todas las señales recibidas por una antena de disco son buenas. Por varias razones las señales de TV pueden ser revueltas o darles un acceso condicional y pueden solamente ser observadas con la ayuda de un decodificador o un descompresor. Las razones de esto pueden ser que:

- Los programas son financiados por suscripción de televidentes.
- Los programas estén seleccionadas para determinada audiencia.
- Los programas han sido adquiridos para específicas áreas geográficas.

Existe una distinción entre scrambling y acceso condicional, aunque para los televidentes sin un decodificador resultan ser iguales: no vídeo o audio. Scrambling es la mezcla de una imagen y o sonido de un canal para hacer imposible observar o escuchar un programa sin un decoder. Acceso condicionales una forma de codificación para proteger la información con una señal para proteger la información con una señal mezclada que le dice al decodificador como decodificarla. Scrambling es aplicado ala imagen, mientras el acceso condicional es aplicado a la señal de control. El mezclado de señales requiere cajas decodificadoras adicionales o pequeñas tarjetas de lectura para acceso.

## LA ANTENA DE DISCO.

Tipos de antenas de disco.

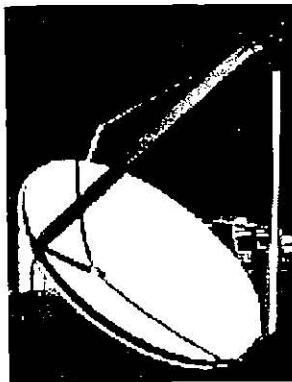
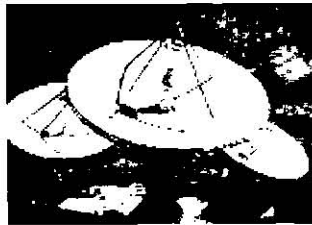
Hay un buen numero de tipos de antenas de disco. El primero y mas simple es el disco de foco primo de alimentación el cual es una parabólica con el LNC montado centralmente en el foco. Como el LNC esta montado en el foco esto significa que muchas señales de entrada son bloqueadas por el LNC. Su eficiencia del 50% es baja comparada con los otros tipos, este tipo es ampliamente usado para antenas de mas de 1.4 metros. Porque sus superficie es relativamente larga, la antena parabólica es menos sensitiva a pequeñas desviaciones direccionales y hay mas oportunidad de recibir fuera de la huella o pisada normal. Por otra parte, la lluvia y la nieve puede fácilmente acumularse en el disco y podría interferir con la señal.

La antena de disco offset. No tiene su LNC montado centralmente pero esta aun lado del disco. Ya que LNC no obstruye la dirección de la señal, el disco tiene mejor eficiencia que la anterior mencionada, como consecuencia el diámetro del disco es mas pequeño.

Otra ventaja de este tipo de disco es que este puede ser posicionado verticalmente y no como el anterior que debe ser mas oblicuo. Su problema es que puede coleccionar lluvia y nieve perturbando de esta manera la señal.

La antena dual de disco de offset es una variación de la antena de disco offset y tiene mejor resultado. Su eficiencia es cerca del 80%. La principal característica de esta antena es que tiene dos discos un disco largo y un disco dando en la dirección opuesta.

La antena flat es el tipo mas compacto de antena. Este tipo es el mejor capacitado para recibir señales de satélites DBS en áreas de pisadas centrales. El LNC esta construido dentro.



La figura muestra antenas de disco.

## TAMAÑOS DE ANTENAS.

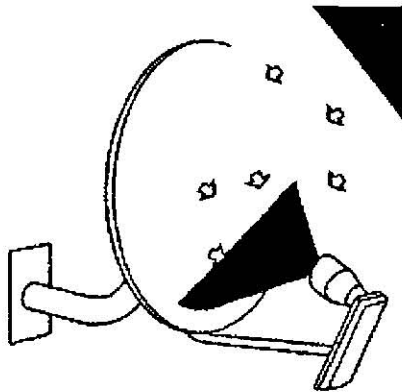
Las antenas de disco vienen en varios tipos y tamaños, con cada una sus específicas características y propósitos. El tamaño de la antena de disco requerida depende de clima y del lugar donde se vive, en una área de pisada central o un área alejada. Hay tres tamaños pequeña 60 a 70 cm de diámetro, mediana 90cm, y larga 1.20 a 1.50 mts. de largo. Hay también discos de tamaño pequeño, con 45cm de diámetro, pero esas son específicamente diseñados para satélites DBS, que por su alta potencia de transmisión permiten antenas pequeñas.

- Disco pequeño- 60 a 70 cm.

Ancho ángulo de abertura y mas fácil de instalar y sintonizar.

No es muy selectiva, con posibilidades de interferencia si el numero de satélites es incrementado.

No es muy sensitiva, pero es lo suficiente como para recibir satélites MPS. Gracias a su pequeño tamaño puede ser instalada en casi cualquier lugar.



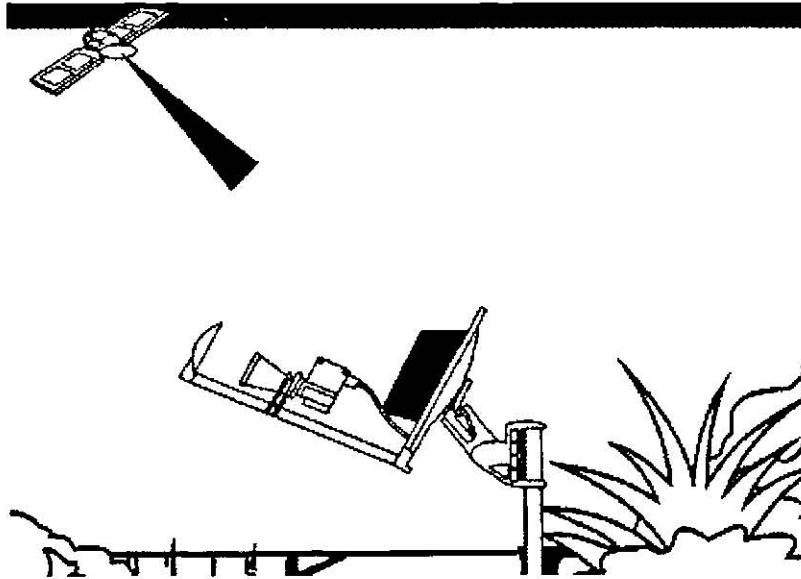
- Disco de tamaño mediano- 90cm.

Tamaño aceptable intermedio entre grande y pequeño disco.

Capacidad de recibir muchos satélites.

Rotor requerido.

El precio es entre el precio de las grandes y pequeñas.



- Disco largo-1.20 a 1.50 mts.

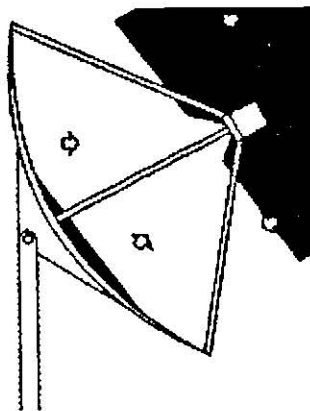
Ángulo de abertura pequeño, y debe de ser instalada y sintonizada por un experto.

Muy selectiva, muy poca probabilidad de interferencias.

Solamente efectiva con un rotor.

Mucho mas sensitiva que una pequeña antena de disco.

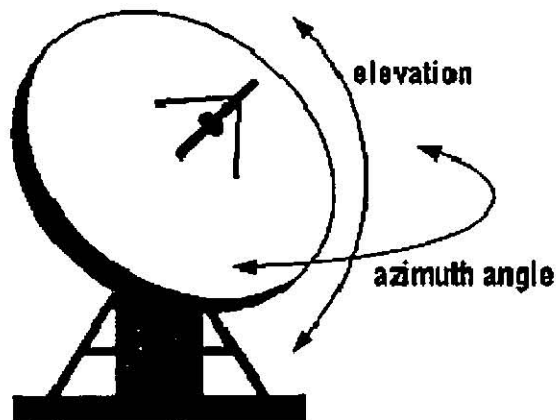
Un disco largo con la correspondiente alta calidad de LNC y un buen sintonizador de satélite costara considerablemente mas que una de disco pequeño.



## MONTADO DE DISCOS.

Antes de montar un disco existen algunos aspectos que deben ser tomados en consideración. La antena de disco debe tener una dirección clara. No deben de existir obstáculos entre la antena de disco y el satélite, como edificios y arboles. La línea de vista debe de ser absolutamente clara. El disco debe de ser capaz de ver al satélite. Tomando estos puntos en consideración no habrá problema si instalamos la antena en la cima de un edificio, en un balcón, o simplemente en la tierra.

Una antena necesita ser alineada en dos planos, horizontal y vertical. Esta debe hacer un ángulo de levantamiento de 30 grados. Este ángulo es llamado ángulo de elevación del disco en el plano vertical. El ángulo azimuth es la posición en el plano horizontal y determina cuanto necesita el disco ser volteado hacia el este o el oeste.



La figura nos muestra los ángulos de elevación y azimuth.







Las dos figuras anteriores nos muestran al lugar en que deben ser calculados los ángulos de elevación y azimuth.

## CONSIDERACIONES.

Una antena de disco pequeño puede solamente ser usada para recibir satélites en órbita, no satélites muy lejos o fuera de el haz o línea de vista. Por esta razón los discos pequeños están siempre fijo y son sintonizados solamente una vez.

Una antena de disco grande tiene un foco grande el cual puede ser apuntado mucho mas cuidadosamente un cluster de satélites que están muy juntos.

## SATÉLITES DIGITALES.

Como cada vez mas y mas información esta llegando en formato digital, el futuro para los satélites es también digital. En un futuro cercano las transmisiones serán llevadas a cabo en un formato digital ya que este ofrece mejores ventajas. La principal razón para radiodifusión digital es que en la radiodifusión análoga solamente un canal por transponder puede ser transmitido, mientras que por la digital pueden ser transmitidos 10 canales por transponder. Esto significa una reducción

substantial en el costo por canal mediante técnicas de compresión, mas información puede ser puesta en el mismo ancho de banda de canal usado, lo cual da mas flexibilidad. En general la radiodifusión digital brindara un incremento de oportunidades para los consumidores. A lado de un incremento en el numero de programas, el mismo programa podrá ser transmitido varias veces por hora o por día para dar al consumidor mas flexibilidad en cuanto a ver un programa.

## CONEXIONES.

El equipo de vídeo puede ser conectado en varias formas. Los sets de TV pueden ser conectados a VCR 's, CD-players, sistemas de audio, antenas de cable, etc. Pero algunas conexiones actúan mejor que otras, mucho depende en que nivel la señal es transferida.

Las señales de vídeo consisten de los siguientes elementos:

- Señal de crominancia.
- Señal de luminancia.
- Señal de sincronización.
- Señal de audio.

## NIVELES DE PROCESAMIENTO DE SEÑAL.

El total de la señal consiste de elementos discretos, esos elementos discretos pueden ser transferidos en diferentes etapas o niveles. En la practica hay 4 niveles que son:

- HF
- CVBS
- Y/C
- RGB

La mayor parte de una señal es transferida dentro de sus elementos discretos.

En el caso de HF (High Frequency; Alta frecuencia), todos los elementos son transferidos sobre una señal mezclando la información de audio y vídeo en una.

En la practica las señales que son transferidas en nivel HF son señales de TV que llegan vía satélite, antenas privadas o antenas de cable. También grabadores de vídeo y láser discs pueden ser conectados a la TV vía HF.

CVBS se entiende por Composite Vídeo Blanking Syn. A este nivel el color, luminancia e información de sincronización son combinadas en una señal. La señal de audio es transferida por separado.

Y/C ofrece mejor calidad de señal que CVBS. Aquí la información de color (C) es transferida separada de la luminancia (Y) e información de sincronización.

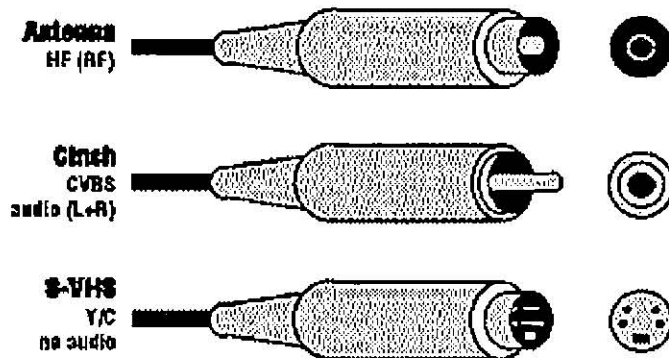
Esto es especialmente usado para S-VHS porque el sistema VHS utiliza la transmisión separada de color y luminancia. Como ocurre con CVBS la señal de audio es transmitida en forma separada.

RGB es el nivel de la señal en el cual el color y la luminancia es separado en tres señales diferentes representando los tres colores primarios, rojo verde y azul. La señal de sincronización es transferida separadamente. Interconexión en RGB ofrece la mejor calidad de imagen.

## CONECTORES.

El enchufe de antena puede ser usado para transferir señales HF. En cada TV y VCR hay un enchufe de antena, lo cual significa que hay un camino para conectar la TV a una VCR y a una antena de cable o privada. En el caso de cajas decodificadoras sean usadas, están entre la llegada a la antena ay al set de TV. Los sistemas de transmisión de color debe ser el mismo en ambos lados.

Las conexiones de seguro son usadas para tres propósitos y para cada uno es utilizado un enchufe de diferente color.



## ANTENAS, CONEXIONES DE SEGURO Y S-VHS CON ENCHUFES.

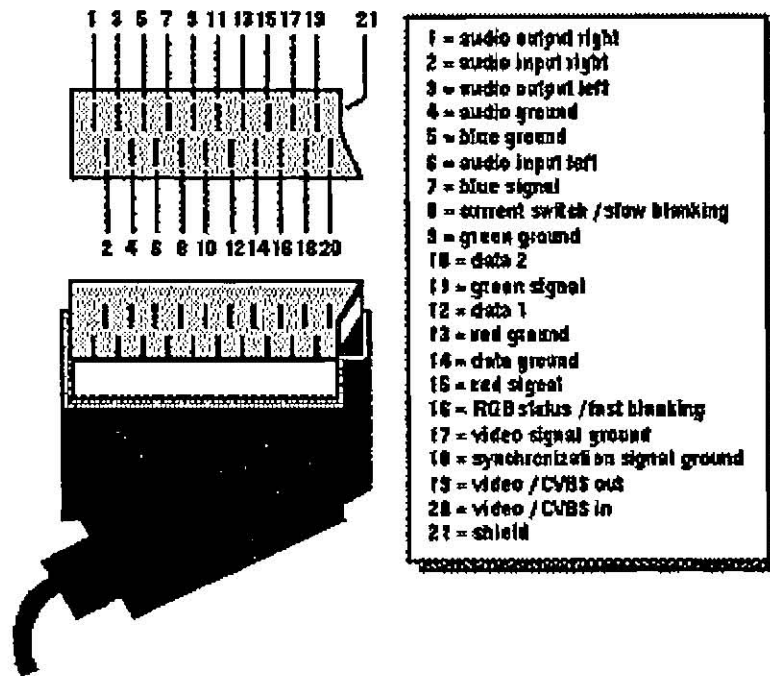
Las conexiones Y/C son también llamadas S o S-VHS. Hay cuatro pines en el plug uno para la señal de color, uno para la señal de luminancia y dos para tierra. El pin cuadrado es para asegurar que el conector no será conectado en forma equivocada.

SCART-bus (A/V Euroconector) es un conector de 21 pines. Esta libre de problemas de conexión de toda corriente y equipo A/V futuro. Además de las señales de audio y vídeo pueden también transferirse datos y señales de control.

Con el SCART-bus el enchufe de antena puede ser esquivado.

En el cable de SCART la entrada y salida de audio y vídeo están cruzadas. Por ejemplo la señal de salida de vídeo de una VCR corresponde a la señal de vídeo de entrada de una TV. Esto significa que dentro del cable, los alambres están cruzados (solamente las señales de audio y vídeo de entrada y salida).

En el caso de una señal CVBS fuera transmitida a un SCART esta usaría 20 pines (entrada CVBS) y 19 pines (salida CVBS) para transferir la señal CVBS. Los pines para R,G y B simplemente no serán usados.



Conexión SCART con el numero de pines y su función.

