

**ESCUELA SUPERIOR  
POLITÉCNICA DEL LITORAL**

***FACULTAD DE INGENIERÍA EN  
ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN***

**PROYECTO  
TÓPICO DE GRADUACIÓN  
*“Sistema de Comunicación Satelital”***

***Previo a la obtención del Título de  
INGENIERO EN ELECTRICIDAD  
ESPECIALIZACIÓN ELECTRÓNICA***

**DIRECTOR DEL TÓPICO  
ING. WALTER QUINDE REVELO**

***GUAYAQUIL-ECUADOR***

***1996***

Presentado por:

---

Eduardo Alcívar Martínez

---

Jorge Araujo V.

---

Norka Aroca Centeno

---

Mercedes Cabay Macías

---

Fernando Castro Cordero

---

Charles Escobar Terán

---

Kléber Falconí Verdesoto

---

Rosa Feraud Chérrez

---

Johnny García Solano

---

Daniel Gómez Alejandro

---

Bernanda Gómez Martínez

---

Jesús Gómez Martínez

---

José Guadalupe León

---

Julio Guime Calero

---

Carlos Guzmán  
Bustamante

---

Carlos Guzmán Filián

---

Allan Hacay-Chang León

---

Max Hinostroza Arias

---

Patricio Mata González

---

TNFG-UN Jimmy Molina  
Guerrero

---

Yadira Moreno Medina

---

Gabriel Pinchevski  
Vergara

---

Ivonne Reinoso Rada

---

Plinio Sánchez Naranjo

---

Cinthya Triviño Dávila

---

Arturo Velasco Tutiven

---

Byron Vélez Zambrano

# *DEDICATORIA*

*A Dios, a nuestros padres, esposas,  
esposos e hijos; quienes han sido,  
son y serán la razón más sublime de  
nuestra superación.*

## ***AGRADECIMIENTO***

*Agradecemos a las personas que nos ayudaron de manera directa o indirecta en la elaboración de esta obra, ya que sin su apoyo no hubiésemos llegado a la culminación de esta etapa, de manera especial al Ing. Walter Quinde Revelo, Director de nuestro Tópico.*



---

ING. WALTER QUINDE REVELO  
Director del Tópico

# ***DECLARACIÓN EXPRESA***

*"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en este Tópico, nos corresponde exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"*

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL)

# *PROLOGO*

*Este trabajo, fruto de un gran esfuerzo, es la meta de muchas horas de sacrificio y dedicación, ya que si bien es cierto que fue una obra en conjunto, hubo que ofrecerle mucha paciencia y estudio.*

*Hemos querido hacer un estudio profundo de las comunicaciones vía satélite, y en especial su aplicación en la recepción doméstica de las señales de televisión, debido al gran adelanto que ha sufrido este tipo de tecnología en los últimos años, y con el fin de poder explotar al máximo los beneficios que de ella podemos obtener.*

*El tema principal será la recepción de señales de televisión no codificadas, desde el estudio para la instalación del receptor y la antena hasta la pasos prácticos para dicha operación; así como las bases teóricas de los sistemas de comunicación satelitales, es decir en sus diversos componentes y además ciertos inconvenientes que se deben tomar en consideración.*

*En sí esta obra pretende ser una guía más bien práctica en la recepción de televisión vía satélite con el fin de dar a conocer mejor esta nueva tecnología.*

# SISTEMA DE COMUNICACIÓN SATELITAL

## CAPITULO I.- INTRODUCCIÓN.

- 1.1.- Antecedentes históricos.
- 1.2.- Microondas.
- 1.3.- Fundamentos de las comunicaciones.
  - 1.3.1.- Codificación del mensaje.
  - 1.3.2.-Modulación.
  - 1.3.3.- Amplitud de banda.
- 1.4.- Asignación de frecuencias.
- 1.5.- Bandas de Frecuencia.
- 1.6.- ¿Por qué usar microondas?
- 1.7.- Orbitas
  - 1.7.1.- Orbita circular polar.
  - 1.7.2.- Orbita elíptica inclinada.
  - 1.7.3.- Orbita circular ecuatorial.
- 1.8.- Satélites.
  - 1.8.1.- Formatos de los canales de televisión.
  - 1.8.2.- Formatos de los canales de audio.
- 1.9.- Mapas de pisadas.
- 1.10.- Cobertura de un satélite geoestacionario.
- 1.11.- Aspectos operacionales y económicos.
- 1.12.- Elementos fundamentales del sistema.
  - 1.12.1.- Estación transmisora

1.12.2.- Enlaces ascendente y decendente.

1.12.2.1.- Reutilización de frecuencias.

1.12.3.- Estación satélite.

1.12.3.1.- Ventajas y desventajas.

1.12.3.2.- Subsistemas para conmutar las señales del satélite.

1.12.3.3.- Las lanzaderas.

1.12.3.4.- Tendencias futuras en el diseño y operación del satélite

1.12.4.- Estación receptora

## CAPITULO II.- SEÑALES DE BANDA BASE Y SU TRATAMIENTO.

2.1.- Televisión.

2.2.- Transmisión de señal de televisión.

2.3.- Sistemas de distribución de televisión via satélite con múltiples receptores.

2.3.1.- Componentes básicos.

2.3.1.1.- Televisores.

2.3.1.2.- Cable, conectores y separadores.

2.3.1.3.- Amplificadores de línea y pendiente.

2.3.1.4.- Atenuadores.

2.3.1.5.- Terminadores.

2.3.1.6.- Barreras de corriente continua.

2.3.1.7.- Conmutadores A/B y combinadores.

2.3.1.8.- Relevadores coaxiales.

2.4.- Configuración de los sistemas de televisión vía satélite.

2.4.1.- El sistema básico.

2.4.2.- Un solo receptor, dos televisores y un control remoto adicional.

- 2.4.3.- DBS (Direct Broadcast Satellite).
- 2.4.4.- TVRO (TV receive only).
- 2.4.5.- Receptor único con dos bandas de frecuencia.
- 2.4.6.- Sistemas de TV vía satélite con antena colectiva.
  - 2.4.6.1.- La red de distribución.
  - 2.4.6.2.- Componentes básicos.
    - 2.4.6.2.1.- Moduladores, procesadores y filtros de paso de banda.
    - 2.4.6.2.2.- Derivadores
    - 2.4.6.2.3.- Canales de TV y balance de señales
    - 2.4.6.2.4.- Combinación y distribución de la señal.
- 2.4.7.- Satélites analógicos y digitales.
- 2.4.8.- Ventajas de las comunicaciones digitales sobre las analógicas en un satélite.

### CAPITULO III.- ELECCIÓN DEL EQUIPO DE TV VIA SATELITE.

- 3.1.- Fundamentos de la selección de los componentes.
  - 3.1.1.- Soportes.
  - 3.1.2.- Actuadores
  - 3.1.3.- Antenas.
    - 3.1.3.1.- Geometría.
    - 3.1.3.2.- Alimentadores.
    - 3.1.3.3.- Ganancia.
    - 3.1.3.4.- Anchura de banda.
    - 3.1.3.5.- Anchura de haz.
    - 3.1.3.6.- Consideraciones estructurales.
    - 3.1.3.7.- Antena Cassegrain.
  - 3.1.4.- Los amplificadores LNA, LNB y LNC.

- 3.1.5.- Receptores y convertidores descendentes.
- 3.1.6.- Procesadores de estéreo.
- 3.1.7.- Monitores de televisión.
- 3.2.- Cómo configurar el sistema (análisis de los enlaces).
  - 3.2.1.- Temperatura de ruido del sistema.
  - 3.2.2.- Tamaño mínimo del plato.
  - 3.2.3.- ¿ Por qué debe existir un margen de seguridad ?
- 3.3.- Susceptibilidad a las interferencias terrestres.
  - 3.3.1.- Fuentes de TI.
  - 3.3.2.- La banda de interferencia de entrada.
  - 3.3.3.- La banda de interferencia de antena.
  - 3.3.4.- Efecto de la TI en la televisión via satélite.
  - 3.3.5.- Selección de equipos y susceptibilidad a la TI.
  - 3.3.6.- Combatiendo la TI en banda.
  - 3.3.7.- Selección de filtros de RF y de microondas.
- 3.4.- Ancho de haz y separación entre satélites.
  - 3.4.1.- La importancia del ancho de haz.
  - 3.4.2.- El papel de la calidad de la antena.
- 3.5.- Televisores multinorma.

#### **CAPITULO IV.-INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE RECEPCIÓN DE TV VIA SATÉLITE**

- 4.1.- Visibilidad no obstruida del arco.
- 4.2.- Selección de la ubicación óptima de la antena.
- 4.3.- Comprobación de la presencia de la interferencia terrestre.
- 4.4.- Métodos para comprobar la presencia de interferencia terrestre.
- 4.5.- Trazado de lugares problemáticos.

- 4.6.- Síntomas de la interferencia terrestre.
- 4.7.- Métodos de protección natural y artificial.
- 4.8.- Selección del equipo y uso de filtros.
- 4.9.- Planificación de la instalación.
- 4.10.- Estructuras de soporte para antenas.
  - 4.10.1.- Estructuras de soporte para antenas.
  - 4.10.2.- Uso del concreto.
  - 4.10.3.- Soporte de postes o pilares.
  - 4.10.4.- Plataforma de concreto.
  - 4.10.5.- Plataforma de tres puntos y cimientos de pilares.
  - 4.10.6.- Instalación sobre tejados y en postes largos.
- 4.11.- Excavación de zanjas y tendido de cables.
  - 4.11.1.- Excavación de la zanja.
  - 4.11.2.- Uso del conducto eléctrico.
  - 4.11.3.- Tipo de cable para TV via satélite.
  - 4.11.4.- El ingreso a la casa.
- 4.12.- Armado del disco, alimentador y el LNA.
  - 4.12.1.- Armado del disco.
  - 4.12.2.- Colocación del plato sobre el poste.
  - 4.12.3.- Armado de la estructura del alimentador / LNA.
  - 4.12.4.- Alineación correcta de la sonda de selección de la polaridad.
  - 4.12.5.- Modificaciones para captar señales de polarización circular.
  - 4.12.6.- Alimentación correcta del sistema de alimentación.
- 4.13.- Instalación del actuador.
  - 4.13.1.- Montaje mecánico.
  - 4.13.2.- Prevención de daños causados por el agua.
  - 4.13.3.- Conexión eléctrica del actuador.

- 4.14.- Montaje y conexión del convertidor descendente.
- 4.15.- Conexiones eléctricas.
  - 4.15.1.- Tipos de conectores.
    - 4.15.1.1.- Conectores tipo N
    - 4.15.1.2.- Conectores tipo F
  - 4.15.2.- El cableado final.
- 4.16.- Protección contra sobrecargas bruscas y caídas de rayos.
  - 4.16.1.- Barras de tierra.
  - 4.16.2.- Supresores de carga.
- 4.17.- Alineación del plato.
  - 4.17.1.- Formas de comprobar los componentes antes de fijar los ángulos.
  - 4.17.2.- Apuntando la antena hacia los satélites.
  - 4.17.3.- Orientación Norte / Sur.
  - 4.17.4.- El ángulo del eje polar.
  - 4.17.5.- Angulo de declinación.
  - 4.17.6.- Encendido y alineación sobre el arco.
  - 4.17.7.- Cómo obtener hasta el último decibel.
  - 4.17.8.- Centrado final del alimentador.
- 4.18.- Sintonización fina del sistema electrónico.
- 4.19.- Programación del receptor y del actuador.
- 4.20.- Impermeabilización.
- 4.21.- Conexión de los procesadores de estéreo y otros accesorios.
  - 4.21.1.- Televisores adicionales.
  - 4.21.2.- Procesadores estéreo.
  - 4.21.3.- Moduladores.
- 4.22.- Herramientas necesarias.

- 4.22.1.- Maquinaria pesada.
- 4.22.2.- Herramientas principales
- 4.22.3.- Herramientas usadas con frecuencia.
- 4.22.4.- Conectores, cables y otros accesorios.
- 4.23.- Lista de comprobación para el equipo de instalación.
- 4.24.- Documentación.

## CAPITULO V.- INSTALACIÓN DE UNA ANTENA PARABÓLICA DE 5 MTS.

- 5.1.- Introducción.
- 5.2.- Ubicación geográfica del lugar escogido.
- 5.3.- Características de la antena.
  - 5.3.1.- Geometría.
  - 5.3.2.- Alimentador.
  - 5.3.3.- Ganancia.
  - 5.3.4.- Ancho de banda.
  - 5.3.5.- Anchura de haz.
  - 5.3.6.- Estructura.
- 5.4.- Gráfico de las partes de la antena.
- 5.5.- Cálculo del ángulo de elevación y azimut.
- 5.6.- Instalación de la estación ESPOLSAT.
- 5.7.- Muestra de los pasos varios en la instalación de la antena.
- 5.8.- Conclusiones y Recomendaciones.

# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

## 1.1. Antecedentes Históricos.

La comunicación por satélite ha sido posible gracias a una combinación de la ciencia y pericia de la tecnología espacial, con aquellas de la microelectrónica. Cada año se ponen en órbita satélites, cada vez más grandes y complejos, a un costo cada vez menor. Así, la evolución de los satélites demuestra perfectamente cómo va desapareciendo la frontera entre las comunicaciones y la computación. La comunicación por satélite es uno de los negocios que más rápido han crecido en la década de los 90.

El concepto de un sistema mundial de comunicaciones por satélite fue presentado por vez primera en un artículo de Arthur C. Clarke, escritor de ciencia - ficción, publicado en la revista inglesa "Wireless World" en mayo de 1945. A continuación se cita un breve párrafo de dicho artículo, que versa sobre el problema de las posiciones orbitales de los satélites de telecomunicaciones geoestacionarios.

"Todos estos problemas se pueden resolver mediante una cadena de estaciones espaciales con un período orbital de 24 horas, lo que exigiría que estuviesen a 42.000 km. del centro de la Tierra, como se muestra en la siguiente figura :

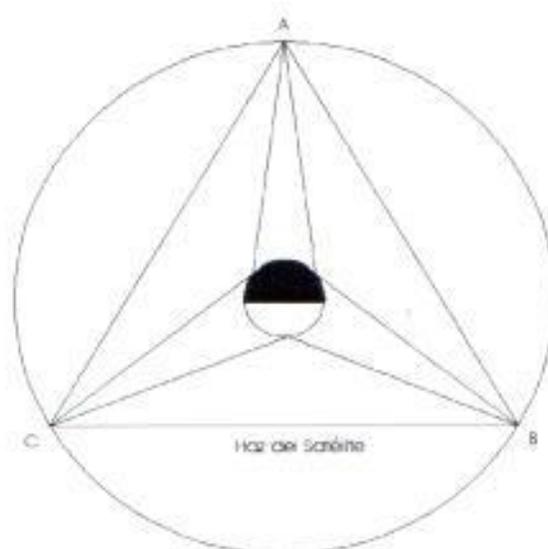


Fig. 1.1 Concepción de Arthur Clark de un sistema mundial de telecomunicaciones integrado por tres satélites sincrónicos.

Existen varias disposiciones posibles de una cadena de este tipo, pero la ilustrada es la más sencilla. Las estaciones estarían ubicadas en el plano ecuatorial de la Tierra y, por ende, vistas por observadores en la Tierra, permanecerían siempre fijas en los mismos puntos del cielo. A diferencia de todos los otros cuerpos celestes, nunca tendrían aurora ni ocaso, lo cual simplificaría enormemente el uso de receptores direccionales instalados en la Tierra.”

A fin de proporcionar un servicio óptimo a las partes habitadas del mundo, no obstante cubrir todas las regiones del planeta, se sugieren provisionalmente las longitudes siguientes:

30°E - África y Europa

150°E - China y Oceanía

90°O - Las Américas

Cada estación difundiría programas alrededor de una tercera parte del planeta. En el supuesto de utilizarse una frecuencia de 3.000 megaciclos, un reflector de apenas unos pocos pies de diámetro podría radiar un haz tan direccional que casi toda su potencia se concentraría en la Tierra. En caso de requerirse un servicio más limitado se podrían utilizar conjuntos de más o menos un metro de diámetro para iluminar distintos países. Las estaciones estarían interconectadas mediante enlaces de haces muy estrechos y de baja potencia que tal vez funcionarían dentro del espectro óptico, o muy próximas al mismo, de suerte que fuera posible radiar haces de menos de un grado de anchura.

El sistema suministraría los servicios indicados a continuación, que no se pueden prestar de ningún otro modo:

- a) difusión simultánea de televisión a todo el mundo, incluidos servicios a aeronaves;
- b) retransmisión de programas entre lugares apartados del planeta.

Empero, antes de pasar a considerar en forma más general las órbitas de satélites, es necesario conocer las leyes naturales que rigen el movimiento de los satélites. Estas se basan en las leyes de Kepler y, en esencia, sus postulados son que:

- 1) El plano orbital de todo satélite terrestre debe bisecar la Tierra por el centro.
- 2) La Tierra debe estar en el centro de toda órbita.

Los primeros satélites que se lanzaron, como el Telstar, por ejemplo, en vez de estar ubicados en la órbita geosincrónica (35.800 km. sobre el Ecuador), fueron situados más abajo, en órbitas elípticas complejas, debido a la falta de cohetes impulsores lo suficientemente fuertes como para elevarlos hasta el arco geosincrónico. Por ello fue necesario que el Telstar fuera rastreado por un equipo móvil, abultado y costoso, montado sobre rieles. Hoy en día, la colocación de satélites en órbitas elípticas, difíciles de rastrear, es motivada principalmente por razones de reserva, como en el caso de los satélites militares de los EE.UU. Los satélites soviéticos de televisión también utilizan estas complejas trayectorias elípticas.

Hay que tomar en cuenta que para ubicar los satélites en una órbita geosincrónica es necesario equilibrar las fuerzas centrípetas y centrífugas. Este cálculo puede ser realizado a través de la tercera ley de Kepler:

$$r^3 = \frac{GE}{4\pi^2} P^2$$

donde:  $r$  = distancia medida desde el centro de la Tierra

$G$  = constante de la gravitación ( $6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{Kg}^2$ )

$E$  = masa de la Tierra ( $5,983 \times 10^{24} \text{ Kg}$ )

$P = 23\text{h } 56' 4,091'' = 1.436,0683 \text{ minutos}$

al calcular nos da  $r = 42.164,175 \text{ Km.}$

como  $d = r - r_0$  y  $r_0 = 6.378,140 \text{ Km.}$

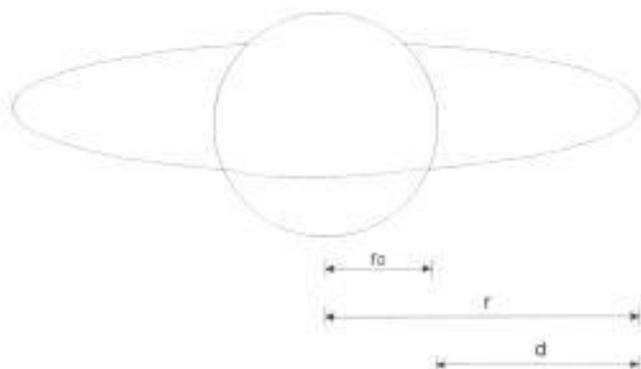


Fig. 1.2.- Órbita Geosincrónica.

obtenemos que  $d = 42.164,175 \text{ Km.} - 6.378,140 \text{ Km.}$

$$d = 35.786,557 \text{ Km.}$$

Además hay que tener en consideración que el radio ecuatorial no siempre es constante.

Ahora se hará una breve reseña histórica de los satélites:

- ⊗ En 1957 se hace el primer experimento espacial. Lo hicieron los rusos con el lanzamiento del SPUTNIK.
- ⊗ El primer satélite sincrónico fue lanzado en 1962 y fue el TELESTAR (BELL LABORATORIES). Se realizaron comunicaciones transoceánicas por satélite (USA-EUROPA). El TELESTAR tenía una órbita de baja altitud y dejó de funcionar en 1963. El SYCOM 1 fue lanzado el 14 de febrero de 1963 y explotó al entrar en la órbita final.
- ⊗ El 20 de agosto de 1964, 11 países firmaron el acuerdo de creación del CONSORCIO INTERNACIONAL DE COMUNICACIONES VÍA SATÉLITE (INTELSAT): organización dedicada al diseño, desarrollo, construcción y operación comercial de las comunicaciones vía satélite. Actualmente INTELSAT cuenta con 180 países miembros.
- ⊗ El INTELSAT I fue un sólo satélite lanzado el 6 de abril de 1965 y funcionó hasta agosto del 69 sobre el Atlántico. La capacidad de este satélite fue de 240 canales telefónicos. Tenía 2 transpondedores de 30 MHz... cada uno. Tenía una potencia de transmisión de 4 w. Una cobertura que iluminaba la región del Atlántico con una PIRE de 12-14 dBw y una ganancia de antena de 3 dB.

## 1.2. Microondas

La comunicación vía satélite se establece usando microondas de muy baja potencia. A diferencia del sonido que se desplaza a 760 millas por hora, las ondas electromagnéticas lo hacen a la velocidad de la luz, 186.000 millas por segundo. A esa velocidad la señal se demora 4 décimas de segundo en ir y volver entre una antena ascendente y un satélite.

Las frecuencias de microondas exceden el billón de ciclos por segundo ( GHz ) por lo que sus longitudes de onda van desde un pie hasta fracciones de pulgada.

## 1.3. Fundamentos de las Comunicaciones .

Todas las formas de comunicación desarrolladas por el hombre se basan en los mismos principios : El primer paso es crear y codificar el mensaje. Luego esta información debe ser modulada, o agregada al medio que llevará la señal. En el extremo de la recepción, la señal debe ser demodulada para extraer la información original. La cantidad de información transmitida depende de la "amplitud de banda". La potencia de la señal puede ser amplificada o atenuada. La presencia de ruidos, señales indeseables, entorpecen la comunicación.

### **1.3.1. Codificación del mensaje.**

Para que un mensaje pueda ser transmitido mediante las ondas de radio, primero debe ser convertido a una forma que lo permita. Los métodos de codificación analógica imitan el patrón de un mensaje, mediante cambios de voltaje eléctrico. Por ejemplo, la voz puede ser convertida en señal analógica, mediante un micrófono que crea un patrón de voltaje, determinado por la intensidad y frecuencia del sonido : la amplitud y frecuencia de la onda de voltaje dependen directamente de la intensidad y frecuencia del sonido.

En la codificación digital en cambio, sólo se usan unos y ceros para representar todos los valores posibles de frecuencia y voltaje. Los enlaces ascendentes pueden transmitir un mismo mensaje tanto en forma analógica como digital.

### **1.3.2. Modulación.**

Comúnmente el mensaje se modula en amplitud ( AM ) o en frecuencia (FM).

La modulación de amplitud varía la potencia de la onda portadora de acuerdo con el nivel de voltaje del mensaje, mientras que la modulación de frecuencia varía la frecuencia de la portadora en función de dicho nivel.

La comunicación satelital usa modulación en frecuencia. Esto se debe a que, aunque la transmisión en AM demanda un ancho de banda mucho menor para un mismo mensaje, su nivel de potencia decae tanto en el viaje ascenso - descenso que se vuelve prácticamente imposible su uso, pues además es sumamente susceptible a interferencias y ruidos atmosféricos.

Afortunadamente se cuenta con un ancho de banda suficientemente amplio para la modulación en FM. Actualmente se emplean métodos de modulación de señales que permiten que una onda portadora dada pueda transmitir un máximo de información dentro de la menor amplitud de banda, y con el mínimo de potencia posible.

### **1.3.3. Amplitud de Banda.**

La cantidad de información que puede transportar una señal depende de la amplitud de la banda de frecuencias que cubra. Esta gama de frecuencias se llama Amplitud o Ancho de Banda. Por ejemplo, si un mensaje de TV es transmitido en una gama de frecuencias de 54 a 58.2 MHz., se dice que tiene una amplitud de banda de 4.2 MHz., la misma que se extiende a 36 MHz... en una transmisión vía satélite.

Cada medio de comunicación requiere de una amplitud de banda característica. La televisión necesita una amplitud de banda mucho mayor que la del teléfono o la de la radio, debido a que para reconstruir una imagen se necesita una cantidad de información mucho más grande que para transmitir música o voces.

Por ejemplo, el Canal Uno en los canales de transmisión de los EE.UU., se encuentra entre 3.70 y 3.74 GHz y tiene un ancho de banda de 36 MHz... Por su parte, los canales que transmiten voces, normalmente sólo necesitan de entre 3 y 4 KHz.. para mantener la calidad de los sonidos que reproducen.

## **1.4. Asignación de Frecuencias.**

Algunas organizaciones como la Unión Internacional de Telecomunicaciones han mantenido orden en la asignación de porciones del espectro radio-eléctrico a los diferentes usuarios y medios de comunicación.

Todas las formas de comunicaciones actuales del hombre ocupan sólo una porción relativamente pequeña del espectro electromagnético.

La intensa disputa del espacio disponible a motivado el desarrollo de novedosos métodos para reutilizar la escasa porción del espectro, o para compartirla entre múltiples usuarios.

**Tabla 1.1 Asignación de Algunas Frecuencias de Radio por la FCC**

| Frecuencia (MHz.) | Asignación de la FCC        |
|-------------------|-----------------------------|
| 3 - 54            | Radiomóvil                  |
| 54 - 72           | Canales 2 - 4 de TV (VHF)   |
| 72 - 76           | Servicios de radio          |
| 76 - 88           | Canales 5 y 6 de TV (VHF)   |
| 88 - 108          | Radio FM                    |
| 108 - 120         | Aeronáutica                 |
| 120 - 136         | Aeronáutica                 |
| 136 - 144         | Gobierno                    |
| 144 - 148         | Radioaficionados            |
| 148 - 151         | Radionavegación             |
| 151 - 174         | Tierra, Móvil y Marítima    |
| 174 - 216         | Canales 7 -13 de TV (VHF)   |
| 216 - 329         | Gobierno                    |
| 329 - 890         | Canales 14 - 83 de TV (UHF) |



## 1.5. Bandas de Frecuencia

Algunas organizaciones internacionales como la Comisión Federal de Radio (FRC), que luego se transformó en la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) en los Estados Unidos, y la Secretaría de Comunicaciones y Transporte de México, en conjunto con la Unión Internacional de Comunicaciones, han mantenido orden en las ondas aéreas, mediante la exitosa asignación de porciones del espectro de radioondas a los diferentes usuarios y medios de comunicación.

De hecho, un examen de éstas asignaciones nos revelará la historia de las comunicaciones. Los progresos tecnológicos han permitido al hombre usar frecuencias cada vez más altas. Limitados por la tecnología de su época a radioondas de baja frecuencia, los pioneros efectuaron sus transmisiones por alambre a frecuencias relativamente bajas. Cuando el hombre produjo las primeras ondas con una frecuencia de más de 1.5 MHz., la FRC de los Estados Unidos se las asignó a los radioaficionados a falta de otra aplicación para esa porción del espectro. Con el avance de la tecnología, se fueron asignados frecuencias sucesivamente más altas a la transmisión por cable coaxial, a las transmisiones por microondas y luego a las comunicaciones vía satélite.

Todas las formas de comunicación actuales del hombre, ocupan sólo una porción relativamente pequeña del espectro electromagnético. Sin embargo, en aquellas gamas en las que se ocupa espacio de frecuencia, el uso de este recurso es intenso y

la competencia por la asignación de espacio puede llegar a ser feroz. Como consecuencia, se han desarrollado métodos novedosos para reutilizar la misma porción escasa del espectro, o para compartirla simultánea entre múltiples usuarios.

#### BANDAS DE FRECUENCIAS DE MICROONDAS

| Nombre de banda | Amplitud de banda (GHz) |
|-----------------|-------------------------|
| L               | 0.39 a 1.55             |
| S               | 1.55 a 5.2              |
| C               | 3.7 a 6.2               |
| X               | 5.2 a 10.9              |
| K               | 10.9 a 36               |

Habida cuenta de que la potencia de las señales transmitidas por el satélite será muy reducida, es preciso aprovechar todo fenómeno natural susceptible de contribuir a la recepción de señales. Obsérvese en la figura que el nivel de ruido celeste se reduce entre las frecuencias de 2 y 10 GHz; dicha banda de frecuencias se llaman "ventanas de microondas". las frecuencias asignadas originalmente a las comunicaciones por satélite se encuentran en dicha banda e INTELSAT prestó inicialmente servicios en las bandas de 4 y 6 GHz.

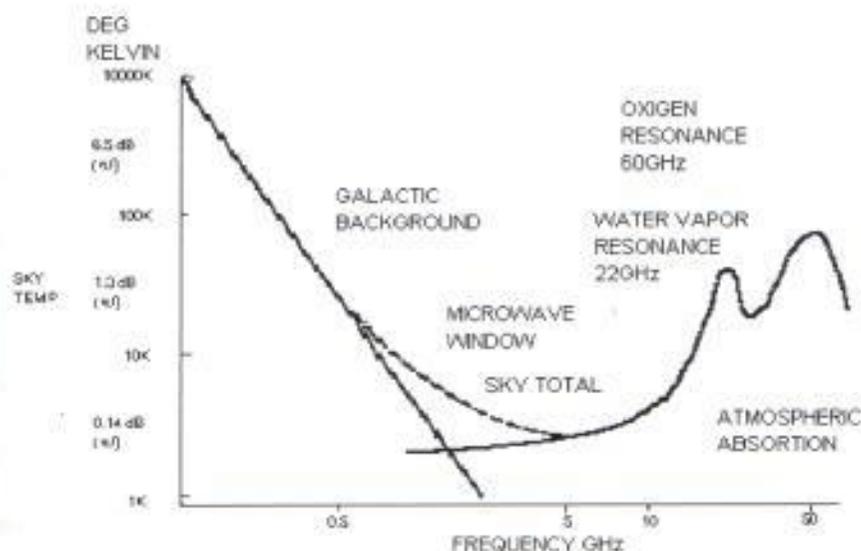


Fig. 1.4 Ruido celeste y Bandas de Frecuencia

## 1.6. ¿Por qué usar microondas?

Las microondas se han usado en las comunicaciones vía satélite por cinco razones específicas. Primero, las ondas electromagnéticas de frecuencias altas tienen la capacidad de transmitir mayores cantidades de información, porque a medida que aumenta la frecuencia, la amplitud de banda representa una fracción progresivamente menor de la frecuencia de operación. Por ejemplo, una banda de una amplitud de 1 MHz... ocupa un porcentaje de espacio relativamente mayor si está ubicada en la región de los 10 MHz... del espectro, que si estuviera en la de los 10 GHz. Como en las frecuencias de microondas se dispone de mayor amplitud de banda, se pueden usar bandas más anchas, con mayor capacidad de información.

La segunda razón para el uso de microondas se deriva del hecho que las antenas ascendentes necesitan apuntar haces de ondas altamente dirigibles a puntos extremadamente pequeños en el espacio. Las leyes físicas establecen que las ondas electromagnéticas pueden ser apuntadas mejor por una antena que sea bastante mayor que el largo de onda de la radiación que están manejando. Por ejemplo, el envío de un haz direccional de señales de radio de AM, con un largo de onda de 100 m, requeriría una antena extremadamente grande, pesada y costosa. Ya que las microondas de 6 Ghz tienen una onda de longitud de 5 cm, un plato ascendente de 4.6 m puede concentrar la mayor parte de su radiación en un haz muy angosto y usar una potencia relativamente baja.

Tercero, las microondas transmitidas por satélite, o entre estaciones terrestres en línea visual, no son tan susceptibles al ruido atmosférico como las transmisiones de baja frecuencia. Por ejemplo, varias veces al año, y por lapsos de hasta dos y tres días, las radios de onda corta quedan inutilizadas para enlaces de larga distancia debido a que la acción de las explosiones solares altera la reflexión de estas ondas por la atmósfera superior.

Cuarto, la propiedad más importante de las microondas y la que determina su empleo en las comunicaciones vía satélite, es su capacidad de atravesar la atmósfera superior hacia el espacio. A frecuencias menores de 30 MHz., las ondas de radio son reflejadas de vuelta a la Tierra por la capa de iones de la atmósfera. Ya que las

microondas están situadas muy por encima de la gama de 30 MHz., logran atravesar fácilmente la barrera de la ionósfera.

Quinto, la región del espectro electromagnético en la que se sitúan las microondas, era un terreno más o menos virgen a fines de los años 50 y durante los años 60 cuando la Unión Internacional de Telecomunicaciones junto con las autoridades de varios países miembros estaban asignando frecuencias. Las frecuencias más bajas del espectro ya estaban ocupadas por muchos diferentes medios de comunicación y usuarios.

A medida que el espacio orbital geosincrónico se puebla cada vez más, se han asignado frecuencias de microondas cada vez más altas a las comunicaciones vía satélite. Hasta el comienzo de los años 80, la mayoría de las transmisiones vía satélite empleaban frecuencias de banda C. Hoy en día, ya se están usando porciones de banda Ku, y numerosos usuarios potenciales contemplan el uso de bandas aún más altas. Sin embargo, hay un obstáculo técnico para esta práctica. A frecuencias más altas, las microondas se despolarizan y sufren una mayor absorción por el vapor de agua de la atmósfera. Como consecuencia, se necesitan satélites de mayor potencia para contrarrestar este efecto.

Si a las transmisiones vía satélite estadounidenses se les hubiese asignado espacio en la banda S, en los primeros días de la TV vía satélite, se podrían haber usado técnicas más accesibles y de costo menor. En la India, el organismo equivalente a la

FCC apreció ésta pérdida, debido a la absorción atmosférica, y ahora utilizan transmisiones vía satélite de 2 Ghz en la banda S.

## Potencia.

La segunda propiedad de las ondas electromagnéticas es su potencia, o sea su fuerza, medida en unidades tales como vatios por metro cuadrado. Diez vatios por metro cuadrado, por ejemplo, significan que la potencia que pasa por cada metro cuadrado es de diez vatios. La potencia a la que las transmisiones vía satélite son recibidas por las antenas, es de una billonésima de vatio por metro cuadrado.

## 1.7. Órbita

Las posibles órbitas se limitan a tres tipos básicos, a saber: polar, ecuatorial e inclinada como se indica en la figura. La forma misma de la órbita no puede ser sino circular o elíptica. Es posible cualquier combinación de tipo y forma de órbita, pero vamos a examinar tan solo las órbitas circular polar, elíptica inclinada y circular ecuatorial.



Fig. 1.5 Tres Órbitas Básicas

### 1.7.1. Órbita circular polar.

Es ésta la única órbita que puede ofrecer cobertura mundial total con un solo satélite, pero para ello se precisan varias órbitas. En términos de comunicaciones, que exigen la transferencia instantánea de información, sería posible obtener una cobertura mundial total con una serie de satélites separados entre sí en tiempo y ángulo orbital. Sin embargo, ello crea inconvenientes económicos, técnicos y operativos y, por lo tanto, ésta órbita no se utiliza para las comunicaciones, no obstante lo cual la emplean algunos satélites de navegación, meteorológicos y de teleobservación de recursos terrestres.

### 1.7.2. Órbita elíptica inclinada.

Una órbita de este tipo presenta características exclusivas que se han aprovechado con éxito en algunos sistemas de comunicaciones por satélite, en particular el sistema nacional de la URSS. En éste sistema la órbita elíptica tiene un ángulo de inclinación de 63 grados y un período orbital de 12 horas. Deliberadamente, se hace visible el satélite durante ocho de las doce horas de su período orbital a fin de reducir al mínimo el problema de transferencia y ofrecer al mismo tiempo una sustancial cobertura de las regiones templada y polar. Con el uso de tres satélites correctamente sincronizados es posible proporcionar cobertura ininterrumpida a una determinada región templada que no quedaría cubierta por otras órbitas.

La órbita elíptica inclinada la utilizan exclusivamente los soviéticos para sus sistemas Orbital y Molniya, pero, dado que la cobertura se limita a regiones específicas (de elevada latitud), no se presta a una red mundial.

### 1.7.3. Órbita circular ecuatorial.

Las órbitas circulares en el plano ecuatorial permiten utilizar un menor número de satélites y estaciones terrenas, y los satélites de períodos orbitales prolongados (a gran altura) cuentan con mayor visibilidad mutua. Un satélite colocado en órbita circular a 35.800 kilómetros tiene un período de 24 horas y por tanto, parece estacionario sobre un punto fijo de la superficie terrestre, hasta el círculo ártico, y

ésta órbita goza de preferencia casi universal para los sistemas de comunicaciones por satélite.

Es necesario estabilizar el satélite, puesto que la Tierra no es perfectamente circular y los efectos de la gravedad de la Luna y el Sol en el satélite, así como el movimiento de las mareas de la Tierra lo hacen derivar de la posición correcta. Una inclinación respecto del plano ecuatorial produce una variación sinusoidal en longitud, que desde la Tierra parece ser un movimiento elíptico cada 24 horas, con una desviación máxima igual al ángulo de inclinación. Una velocidad incorrecta produce una altura incorrecta y hace que el satélite derive hacia el Este o el Oeste. La inyección en órbita de un satélite requiere el encendido de dos cohetes impulsores, el primero para colocar el satélite en órbita intermedia, y el segundo para colocarlo, mediante una órbita elíptica de transferencia, en altura geoestacionaria. Cuando se lanza un satélite con el transbordador espacial se le acopla un cohete acelerador para impulsarlo hasta la órbita geoestacionaria.

Luego, es necesario colocar el satélite en su posición correcta y mantenerlo así durante toda su vida útil ( de ordinario, entre siete y diez años). Para este fin se emplea hidracina (mezcla de nitrógeno líquido y amoníaco) y chorros de gas frío. Se necesitan alrededor de 40 lb. de hidracina para el mantenimiento en posición del satélite con un margen de  $\pm 0.1^\circ$  durante cinco años, pero, dado que también se utiliza hidracina para la colocación inicial del satélite en posición, la cantidad disponible depende de la precisión del lanzamiento.

En las estaciones de tierra, la cual se encuentra a aprox. 39000 km. del satélite, el retardo de una onda electromagnética está dada por:

$$t = 39.000 \text{ Km.} / 300.000 \text{ Km./seg.} = 130 \text{ mseg.}$$

Por lo tanto, el retardo total desde una estación de tierra a otra es de  $2t = 260$  mseg. Algunos cientos de satélites están actualmente en órbita geostacionaria. Por esta razón, existen regulaciones internacionales para evitar la interferencia mutua entre los límites de estos satélites. Estos esfuerzos están coordinados con Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

## 1.8. Satélites.

Los satélites constituyen la clave de la revolución de las comunicaciones pues permiten que cualquier punto, dentro de su campo visual, pueda ser conectado sin necesidad de costosos cables o torres de transmisión. Más aún, un satélite que funcione como enlace en el espacio, puede servir inmensas áreas del planeta simultáneamente.

Las señales ascendentes llegan con una potencia de menos de una billonésima de vatio al ser recibidas por los satélites geosincrónicos. Aquí son amplificadas miles de veces, convertidas a una frecuencia menor y entonces transmitidas de vuelta a la

tierra. Esta conversión de frecuencia elimina un tipo de interferencia en la estación receptora terrestre. Si esto no se hiciera, parte de la señal ascendente podría ser detectada involuntariamente por estaciones cercanas a las emisoras ascendentes, junto con las señales deseadas .

El enlace ascendente de la mayoría de los circuitos en banda C, usa una gama de entre 5,925 y 6,425 GHz y la misma amplitud, pero desplazada hacia la gama menor de 3,7 a 4,2 GHz, para el enlace descendente. Las transmisiones en banda Ku emplean señales ascendentes desde 13,7 hasta 14,2 GHz y descendentes desde 11,7 hasta 12,2 GHz, con ambas gamas cubriendo una amplitud de banda de 500 Mhz.

### **1.8.1. Formato de los Canales de Televisión.**

El número de canales de televisión, de conversaciones telefónicas, o la cantidad de datos transmitidos depende del diseño electrónico del satélite. Los primeros vehículos de la Western Union, como el Westar I y II, podían transmitir hasta 12 canales de televisión simultáneamente; la serie Satcom de RCA, así como la mayoría de los satélites modernos en la banda C manejan 24 canales.

La banda de 500 MHz.. puede dividirse en 12 segmentos de 40 MHz.. cada uno, con un saldo de 20 MHz... Ya que basta con 36 MHz.. para transmitir una imagen de TV de alta calidad, la Western Union diseñó sus primeros satélites para 12 canales, con

bandas de 36 MHz., y espacios protectores de 4 MHz., entre ellas. En el satélite, cada canal era manejado separadamente por un dispositivo llamado transmisor - respondedor.

Los ingenieros que diseñaron el Satcom I fueron un poco más ingeniosos. Mediante la técnica de reutilización de frecuencias, lograron duplicar el número de canales que se podían transmitir en esta banda de amplitud total de 500 Mhz.

Todos los canales pares se transmiten a tierra con polarización horizontal y todos los impares con polarización vertical, además para mayor seguridad contra cruzamientos, los centros de frecuencia de estos canales se desplazaron 20 MHz entre sí.

Ya que las estaciones terrestres individuales están equipadas para captar sólo un tipo de polarización a la vez - vertical u horizontal -, puede existir traslapamiento en las frecuencias usadas para los canales pares e impares sin que haya interferencia entre los canales. Por supuesto, si una estación terrestre recibe los 24 canales simultáneamente, debe ser capaz de captar tanto los canales verticales como los horizontales simultáneamente.

## 1.8.2. Formato de los Canales de Audio.

Cada transmisor - respondedor maneja frecuencias de una amplitud de banda de 36 MHz. Cuando una estación terrestre recibe y procesa esta información, la señal resultante queda contenida en una banda de frecuencias desde casi cero hasta cerca de 10 MHz... La señal de video ocupa entre cero y 4,6 MHz... El espacio resultante puede ser usado para canales de audio, parte de los cuales puede ser el sonido que acompaña a las imágenes de televisión y el resto puede ser completamente independiente.

Estas señales de audio son llevadas por subportadoras de audio. La mayoría de las estaciones de televisión transmiten el sonido en una subportadora de 6,8 MHz., y ocasionalmente en subportadoras de 6,2 y 6,8 MHz... El sonido estéreo a menudo se transmite en subportadoras de 5,58 y 5,76 Mhz...

Algunos transmisores-respondedores de satélite operan en el modo de " un sólo canal por portador " (SCPC), con el que sólo se transmite sonido.

## 1.9. Mapas de Pisada.

Los mapas de pisada de satélites son muy valiosos para dimensionar los componentes de una estación terrena. Los niveles de potencia en estos mapas, son llamados potencia isotrópica irradiada efectiva, EIRP, un término impresionante. Los EIRP se miden en unidades llamadas decibeles sobre un vatio (dBw). La unión mediante líneas continuas de todos los puntos de un mapa que tienen el mismo nivel de EIRP permite construir un mapa de pisada. Para cada satélite en órbita se publica su "pisada" característica, en la forma de una serie de líneas de contorno superpuestas en el mapa de la región servida.

La escala de decibeles fue concebida por Alexander Graham Bell para expresar con números relativamente pequeños, los enormes cambios de potencia que ocurren en diferentes etapas de la cadena de comunicación. Esto se hizo necesario porque ciertos componentes, como las antenas y los amplificadores, pueden aumentar los niveles de potencia muchos cientos de miles de veces. Sin ésta escala sería muy engorroso tratar de escribir tales cifras constantemente. Conviene recordar el hecho de que cambios pequeños en decibeles significan cambios relativamente muchos más grandes en el nivel de potencia. Por ejemplo un cambio de 3 dB significa una duplicación de potencia; un cambio de 30 dB significa un aumento de mil veces. Nótese que dBw significa decibeles en relación a un vatio; dBm, son decibeles en relación a un milivatio. Según la comparación de la tabla adjunta, 3 dBw significan 2 vatios y 0 dBm significa 1 milivatio.

| Número de Decibeles | Aumento Relativo de Potencia |
|---------------------|------------------------------|
| 0                   | 1                            |
| 1                   | 1.26                         |
| 3                   | 2                            |
| 10                  | 10                           |
| 20                  | 100                          |
| 30                  | 1000                         |
| 50                  | 100000                       |
| 100                 | 10000000000                  |

Tabla 1.3 .- La Notación de Decibeles.

Los mapas de pisada que muestran pequeños cambios en los decibeles, demuestran lo mucho que cambia en realidad la potencia de la señal. Hay que recordar que en los mapas de pisada, la señal más fuerte se encuentra justamente a lo largo del eje central de la antena descendente. Por ejemplo, la transmisión del Satcom I tiene una potencia de 33 dBm en Anchorage, Alaska, o sea aproximadamente la mitad de la potencia de 36 dBm de Denver Colorado, debido a los 3 dB de diferencia en el patrón del haz de la antena descendente.

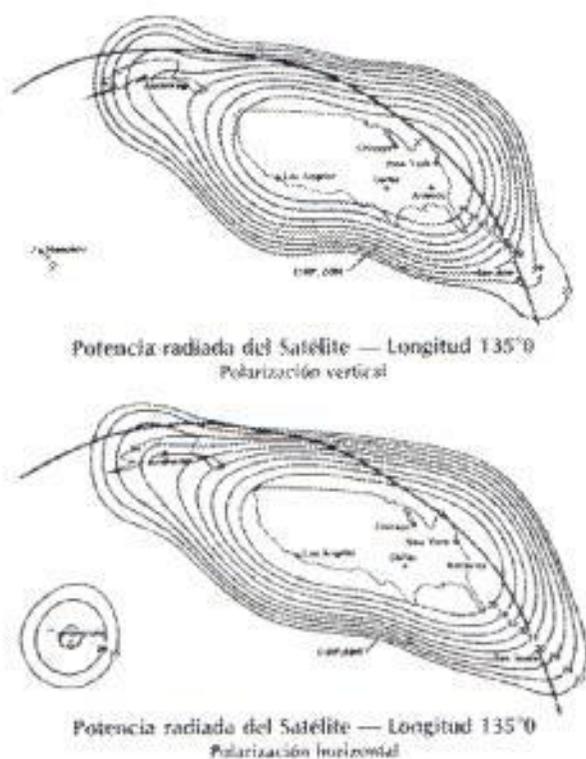


Fig. 1.6 Mapa de Pisada del Galaxy I. Los puntos con igual potencia de recepción se unen para formar líneas de contorno. Nótese que sólo los 12 transmisores-respondedores con polarización horizontal del satélite Galaxy I son transmitidos hacia Hawaii además de los EE.UU. continentales.

Los satélites que transmiten a una región geográfica más limitada tienen también una pisada menor. Estos haces puntuales tienen, en proporción, EIRPes más altos que los de un satélite que apunte a un área mucho mayor, con haces ya sea "hemisféricos", "zonales" o "globales", porque la misma potencia se encuentra más concentrada. Los haces globales cubren un máximo de 42,4% de la superficie

terrestre que alcanza a ver un satélite geosincrónico. Las antenas hemisféricas y zonales pueden cubrir 20% y 10% del planeta, respectivamente. Los haces puntuales son enfocados sobre áreas aún más pequeñas. Los mapas de pisada están claramente determinados por la forma y orientación de la antena descendente, así como por la potencia generada por cada transmisor-respondedor.

¿Por qué se llama a estos niveles de potencia, la potencia isotrópica irradiada efectiva? Isotrópica quiere decir igual en todas las direcciones. Potencia isotrópica irradiada efectiva significa el nivel de potencia que se recibiría en cualquier sitio si la antena emitiera uniformemente en todas las direcciones. Por ello 33 dBw en un mapa de pisada, quiere decir que una antena perfecta dirigiría 33 dBw, o 2000 vatios por metro cuadrado, en todas las direcciones.

Los niveles EIRP se miden al dejar la antena descendente. En el ejemplo citado, los 2000 vatios son dirigidos hacia cierto punto en la tierra. Sin embargo, esta señal se va abriendo en un haz cónico a medida que se acerca a la tierra. Este debilitamiento, o disolución de potencia, a medida que se va alejando del satélite, se llama "pérdida por trayectoria en el espacio libre", o "pérdida por esparcimiento". Mientras mas larga la distancia, llamada "inclinación de alcance", mayor es la pérdida por trayectoria en el espacio libre. La absorción de las moléculas de la atmosférica, también contribuye a estas pérdidas en el viaje de regreso a la tierra.

El vapor de agua es el principal culpable de la atenuación de las señales descendentes. De hecho, durante aguaceros fuertes, la potencia recibida en la

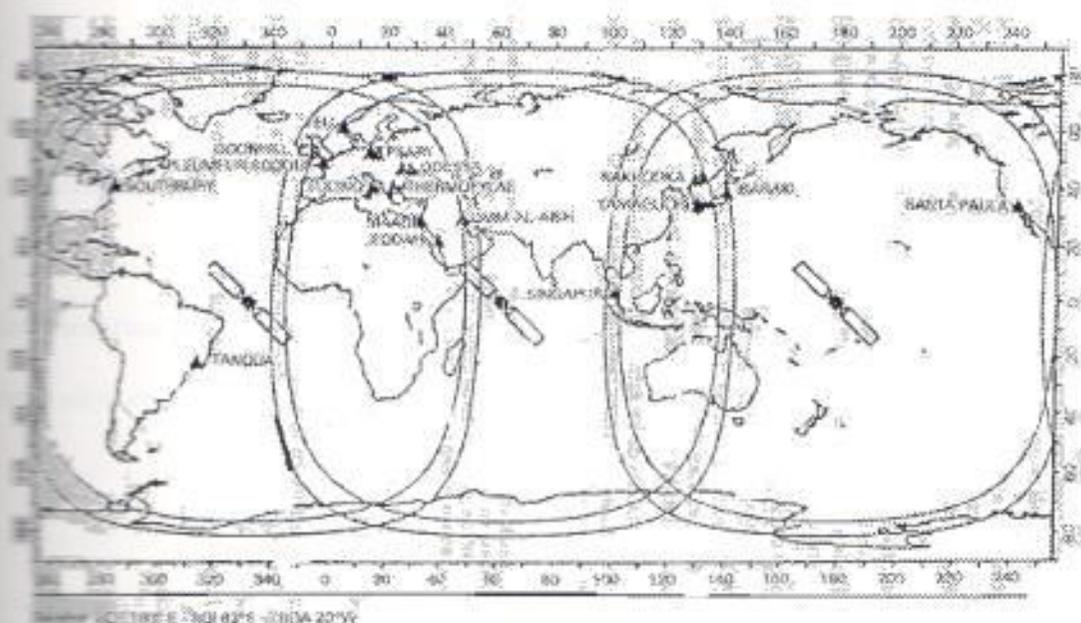
superficie terrestre puede verse reducida hasta por 3 dB, lo que es aproximadamente 50% de la potencia en las frecuencias más altas de la banda Ku.

Estas pérdidas por trayectoria en el espacio libre, así como la absorción atmosférica, explican por qué un transmisor-respondedor, operando con sólo 5 a 9 vatios de potencia total y enviando una señal descendente en un haz de 2000 vatios por metro cuadrado, es captado en la tierra con una potencia de menos de un décimo de una mil millonésima de una mil millonésima de vatio por metro cuadrado. Recibir un transmisor-respondedor de 5 vatios, equivale a ver una lucecilla de las usadas en adornos de navidad a una distancia de 35800 Km (22.300 millas); o es como recibir desde esa misma distancia, una transmisión de radio CB (banda civil) calculada para solo 16 o 24 Km. Las transmisiones vía satélite en banda C operan a una frecuencia 131 veces más alta que la de radio CB.

## 1.10. Cobertura de un satélite geoestacionario.

La zona terrestre visible desde un satélite geoestacionario es de  $17.3^\circ$ , lo que da  $152.7^\circ$  sobre el Ecuador ( ver figura). Este ángulo constituye la cobertura mundial del satélite. Por zona visible se entiende un cono limitado por radios Tierra-satélite con un ángulo superior a  $5^\circ$  por encima del horizonte, de manera que estén suficientemente protegidos frente a las reflexiones procedentes del suelo y se evite además una trayectoria demasiado larga en la atmósfera.

Se necesitan así tres satélites para cubrir el conjunto del globo terrestre, con excepción de las zonas próximas a los polos. La siguiente figura muestra la cobertura mundial del Inmarsat.



**Fig. 1.7 Cobertura mundial por medio de tres satélites en el océano Atlántico, en el océano Índico y en el océano Pacífico**  
Red Inmarsat

Los tres satélites a la altura del ecuador se sitúan: encima del Pacífico, ROP, a  $180^{\circ}\text{E}$ ; sobre el Océano Índico, ROI, a  $63^{\circ}\text{E}$ ; y encima del Atlántico, ROA, a  $20^{\circ}\text{W}$  o  $340^{\circ}\text{E}$ .

Las estaciones terrestres costeras se indican en la figura con un triángulo negro.

En la práctica, todos los satélites utilizan antenas direccionales generadoras de haces pencil que limitan sus radiaciones a la zona de cobertura deseada. De ésta forma, se

facilita la protección frente a interferencias y se incrementa la ganancia de la antena del satélite.

En el caso de los satélites de televisión destinados a cubrir una zona geográfica bien definida, el ángulo de abertura del haz de la antena puede descender hasta  $1^\circ$ , o incluso menos.

La recepción de las emisiones de los satélites tiene una calidad independiente de las condiciones meteorológicas y del relieve del terreno.

Los usuarios profesionales de los satélites de comunicación pueden comunicarse entre ellos en la zona de cobertura, sin preocuparse por la distancia que los separa.

## 1.11. Aspectos Operacionales y Económicos

El poder de las comunicaciones por satélite es tan grande que puede cambiar completamente la forma de operar de la sociedad. Es cada vez más común en los países industrializados; tener un vasto número de pequeñas antenas para recibir correo electrónico, televisión, comunicaciones vía satélite, teleconferencias, educación interactiva, y nuevas redes electrónicas que cambian el trabajo diario y el patrón de vida.

La oficina del futuro no necesitará estar en una gran metrópoli. La arquitectura de los sistemas de computación y su uso serán diferentes debido a los enlaces de transmisión de gran ancho de banda.

Estamos en un mundo de potentes microprocesadores, bases de datos gigantes y canales de alta capacidad transmitiendo al mundo. La tecnología de comunicaciones vía satélite esta todavía subdimensionada. De alguna manera, esto es fundamentalmente diferente a las telecomunicaciones terrestres. Las corporaciones en las ciudades permiten el planeamiento de las facilidades de los nuevos satélites, los cuales permiten los cambios en las redes telefónicas y de datos, el procesamiento de palabras, correo, viajes de negocios, entrenamiento, y las comunicaciones humanas. Hay muchas nuevas oportunidades de negocios usando los nuevos satélites los cuales son accesados por pequeñas antenas de techo y estaciones terrenas móviles.

Los analistas de sistemas deben entender la implicación de los satélites porque estos pueden cambiar lo que sea necesario en los protocolos de las comunicaciones de datos, selección de terminales, diseño de sistemas cliente-servidor, y procesos de distribución.

Las comunicaciones vía satélite están bajando de costo. Sin embargo, las organizaciones de comunicaciones establecidas miran la nueva tecnología como una barrera. Esta no está siendo respaldada por las administraciones de telefonía en

muchas ciudades. En algunos países, nuevas legislaciones han sido creadas en contra de la tecnología de comunicaciones vía satélite. Se espera que ellos tengan una visión más amplia de cómo los satélites lanzados pueden beneficiarlos en lo público y en lo económico y no se resistan a sus inmensos beneficios.

Los costos de segmento espacial están decayendo a un nivel tan bajo de tal forma que los costos de todo el sistema van a estar dados por la organización y la facilidad de las estaciones terrenas.

Los costos de las estaciones terrenas están bajando mucho más rápido que el costo de los satélites.

Pero, pese a que estos costos disminuyen con el tiempo, antes de invertir en un sistema de comunicaciones vía satélite debe considerarse si dicha inversión es más rentable que un enlace de microondas o cualquier otro sistema de comunicaciones, ya que la diferencia de costos, si hablamos de distancias cortas y accesibles, es muy grande, no así si la comunicación debe lograrse en lugares inhóspitos o de difícil acceso.

## 1.12. Elementos Fundamentales del Sistema

Todo sistema de comunicación satelital se encuentra conformado por ciertos elementos básicos los cuales cumplen con funciones específicas. Comenzaremos desde la base en tierra la cual transmite una señal, continuaremos con los enlaces de microondas, llegando después al satélite y finalizando en otra estación en tierra que recibe la señal deseada.

Debe tenerse en cuenta que para cada sistema de comunicaciones existen elementos especiales para cubrir necesidades específicas, aquí veremos solamente aquellos comunes a todos los sistemas de comunicaciones de uso general (transmisión y recepción).

Estos elementos son:

- ⊗ Estación Transmisora
- ⊗ Enlaces Ascendentes y Descendentes
- ⊗ Estación Satélite
- ⊗ Estación Receptora

### 1.12.1. Estación Transmisora

La estación transmisora es la que emite la señal de radiofrecuencia conteniendo la información que se desea transmitir a otro punto de la Tierra. Puede ser tan grande

como una estación terrena encargada de tráfico telefónico y de televisión, o tan pequeña como una antena en el techo de una casa.

Así mismo, la señal de radiofrecuencia puede ser de voz (como los canales telefónicos), de vídeo (por ejemplo una transmisión de un evento deportivo) o de datos (como transacciones bancarias entre agencias).

Dependiendo de los requerimientos de la estación transmisora, variarán tanto los equipos que conforman la misma así como el costo de instalación. Existe una diferencia abismal entre la complejidad/costo de una antena para mantener comunicación con una expedición y la de una estación para información meteorológica. Aún así, no podemos obviar elementos básicos como el transmisor, el Amplificador de Alta Potencia (HPA), línea de transmisión y antena.

Tomemos como ejemplo una estación terrena Standard A de INTELSAT. Las señales que vienen de la red de comunicaciones terrestres son conectadas a las entradas de banda base de las unidades moduladoras. Los moduladores FM o PSK envían las señales moduladas analógica o digitalmente, según sea el caso a los convertidores ascendentes, los cuales generan las frecuencias de transmisión. Como regla, varios bloques de tráfico son combinados para ahorrar potencia de transmisión.

En estaciones terrenas grandes, tubos de onda viajera o klystrons son requeridos como amplificadores de potencia. Los tubos de onda viajera con enfriamiento por agua proveen varios kW de potencia de salida en una base de banda ancha. Los amplificadores enfriados por aire con potencias de salida de hasta 1000 W son generalmente preferidos para estaciones modernas. Los klystrons son económicos pero son relativamente dispositivos de banda angosta requiriendo sintonizado individual para la portadora RF. Ambos tipos de amplificador requieren voltajes de operación de varios kv. y equipo de respaldo para obtener una fiabilidad del 99.5%. El circuito RF conmuta automáticamente al sistema de respaldo en caso de falla.

### 1.12.2. Enlaces Ascendentes y Descendentes

Los enlaces satélites trabajan con frecuencias específicas asignadas por la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones). A excepción de sistemas de comunicaciones militares, gubernamentales y un pequeño grupo de radioaficionados; las frecuencias usadas para enlaces satélites caen dentro de dos grandes grupos: banda C y banda Ku.

La banda C comprende las frecuencias ascendente (5.932 - 6.418 GHz) y descendente (3.707 - 4.192 GHz), centradas por lo general en 6 y 4 GHz respectivamente. La banda Ku esta compuesta por las frecuencias ascendente (14.000 - 14.800 GHz) y descendente (10.950 - 12.750 GHz).

Son los convertidores ascendentes y descendentes los encargados de transformar las altas frecuencias del enlace satelital a una frecuencia intermedia (IF). Estos convertidores se encuentran entre el transmisor y la antena. Debido a la escasez de frecuencias el satélite reasigna las mismas en diversas zonas del globo terráqueo. De ésta manera, es posible tener las mismas frecuencias en todo el mundo, restringiéndolas a zonas específicas para que no causen interferencia.

Debido a la saturación de la banda C (a pesar de la reutilización de frecuencias), ha habido un desplazamiento hacia la banda Ku. Por supuesto, es necesario tener equipos diseñados para trabajo con la banda Ku (alimentador y receptor) y son diferentes a los de la banda C.

### **1.12.2.1. Reutilización de Frecuencias**

INTELSAT utiliza varias estrategias para la reasignación de frecuencias entre las que encontramos:

1. Usar otra banda de frecuencias, como la banda Ku.
2. Cambiar la forma de polarización (vertical, horizontal, circular izquierda y circular derecha).
3. Hacer uso de haces hemisféricos, zonales y tipo pincel para separar frecuencias iguales a diferentes puntos del globo

#### 4. Técnicas de multiplexación y compresión de datos.

### 1.12.3. Estación Satélite.

El satélite es el encargado de hacer la conmutación entre las estaciones terrenas (transmisora y receptora) funcionando como una "repetidora espacial". Esta "repetidora" se encuentra situado a aproximadamente 36000 Km. sobre la superficie terrestre presentando esto ventajas y desventajas.

#### 1.12.3.1. Ventajas y Desventajas.

##### *Ventajas.*

- Permiten una gran flexibilidad con respecto al espacio y el tiempo.
- Pueden superar dificultades del terreno fácilmente.
- Logran enlazar múltiples estaciones simultáneamente sin línea de vista entre ellas.
- Se obtienen sistemas de comunicaciones con fiabilidad del 99.9%.
- No se ven afectadas las comunicaciones por fenómenos atmosféricos.

##### *Desventajas*

- Situado en un lugar con alto vacío.

- Sujeto a cambios bruscos de temperatura.
- Expuesto a basura espacial.
- Prácticamente imposible de reparar.
- Existe un pequeño retardo entre las estaciones terrenas.
- Alto costo de construcción e instalación.

### 1.12.3.2 Subsistemas para Conmutar las Señales del Satélite.

Para poder realizar la tarea de conmutar señales los satélites geosincrónicos contienen los siguientes subsistemas:

**Subsistema de Antena:** Para recibir y transmitir señales

**Transpondedores:** Son los encargados de tomar la señal recibida, amplificarla, cambiarle la frecuencia y retransmitirla

**Subsistema de Generación de Potencia:** Encargado de crear la energía con la que opera el satélite

**Subsistema de Acondicionamiento de Potencia:** Transforma la potencia generada a la adecuada para los componentes electrónicos.

**Subsistema de Comando y Telemetría:** Transmite datos a la tierra y recibe órdenes desde las estaciones terrenas.

**Subsistema de Empuje:** Encargado de hacer los ajustes de posición orbital y altitud del satélite.

**Subsistema de Estabilización:** Mantiene a las antenas apuntando exactamente en la dirección adecuada.

La figura muestra una vista seccionada del satélite INTELSAT VI, el de mayor potencia del grupo de los de telecomunicaciones. La figura siguiente ofrece el esquema del módulo de comunicaciones del satélite Télécom II en banda de 14/12 GHz.

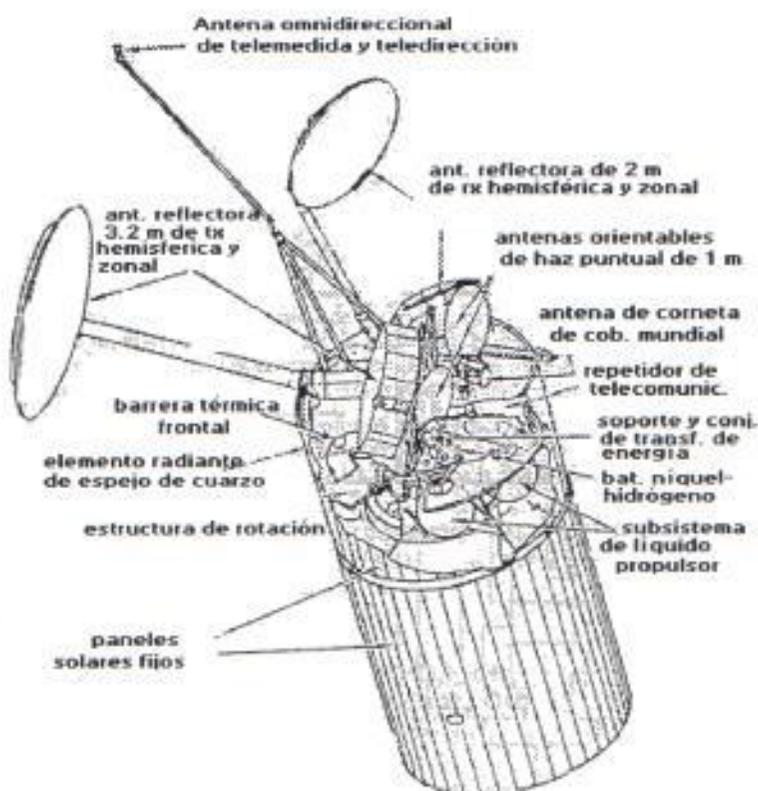


Fig. 1.8 - Ejemplo de satélite (Intelsat VI)

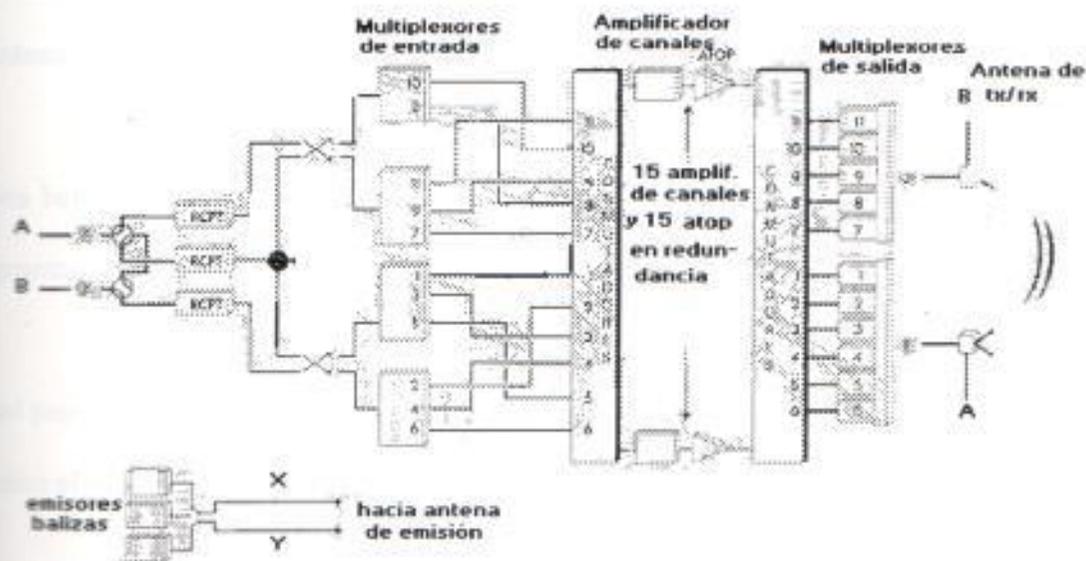


Fig. 1.9.- Módulo de comunicación Télcom II

Los dos cornetes de la antena sirven para la recepción y la emisión en las polarizaciones X e Y. Las entradas A y B se enlazan cada una a un receptor, uno por polarización; la tercera sirve para emergencias. Para cada polarización se proveen dos demultiplexores, uno para los canales pares y el otro para los canales impares.

La amplificación de potencia está asegurada por tubos de onda progresiva (ATOP). Para once canales, se proveen quince amplificadores de quince tubos (15/11) en redundancia, que funcionan con conmutadores. La ganancia de los amplificadores puede estar teledirigida por pasos de 2 dB en un intervalo de 20 dB.

Los once canales se recombinan por medio de multiplexores de canales adyacentes, uno para los seis canales en polarización X y el otro para los cinco canales en

polarización Y. Las señales se dirigen hacia los dos cornetes para alimentar la antena.

Dos balizas en redundancia 3/2 radian en el conjunto de la cubierta y permiten el apuntamiento de las estaciones terrestres de teledirección y telemedida.

Así pues, un satélite puede verse como un repetidor transparente que no interviene sobre el estándar de la señal transmitida.

### 1.12.3.3. Las Lanzaderas

Para colocar un satélite en una órbita geoestacionaria, es preciso recurrir a una lanzadera. Para este propósito, se distingue entre la lanzadera Europea Ariane y la lanzadera Americana Delta-Atlas además del transbordador espacial.

La siguiente figura muestra las seis versiones del Ariane 4 en actividad. La configuración de la lanzadera depende de la masa del satélite, comprendida entre 1,9t y 4,2t. Gracias a esta potencia, cada vez es más frecuente lanzar dos satélites a la vez.

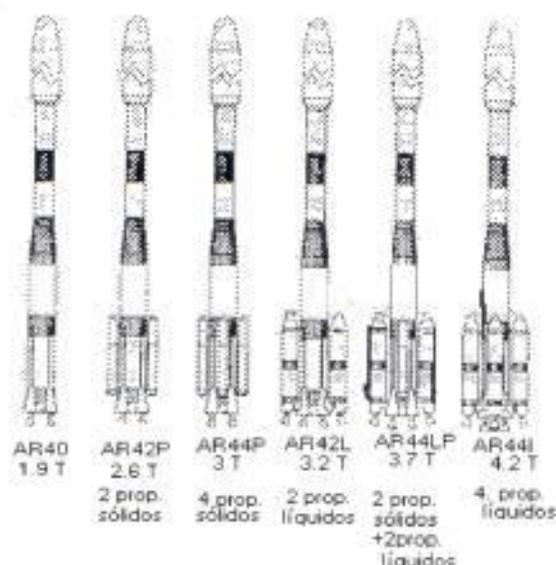


Fig. 1.10 Seis versiones de Ariane 4 en función de la masa de satélite

La lanzadera se compone de tres niveles rematados en un compartimiento con los equipos que soporta una cofia donde se contienen él o los satélites. Cada nivel comprende: los tanques de ergoles (carburante y comburente), el motor y los diversos equipos. Los niveles están unidos entre sí por faldones que incluyen los dispositivos pirotécnicos de separación de los niveles.

La masa total de la versión 44LP en el momento de despegue es de 418t; su altura es de 58,4m.

La lanzadera Ariane 5, en fase de desarrollo, con una altura de 50,5 m, permitirá poner en órbita geostacionaria 6,8t y en órbita baja hasta 18t. En las misiones tripuladas, el componente superior se sustituyó por el avión espacial Hermes, cuyo

primer vuelo tuvo lugar en el año 1995. Esta potencia puede resultar de gran importancia para el lanzamiento de satélites ligeros y medios, estando también previsto el estudio de dos versiones del mismo de potencia inferior.

#### **1.12.3.4 Tendencias futuras en el diseño y operación del satélite**

La tecnología de los satélites aún está en infancia y la próxima década deberá aportar avances increíbles en el diseño y operación de los sistemas de comunicación en el espacio. Algunas de éstas mejoras ocurrirán en respuesta a la necesidad de espacio orbital adicional y la solución más evidente es el empleo de bandas de frecuencias más altas.

Los satélites pueden compartir una ubicación en el arco geosincrónico, si operan en bandas de frecuencia diferentes; de ésta manera son invisibles entre sí. Ya hay algunos satélites, como por ejemplo el Spacenet I, que tienen antenas tanto para banda C como para banda K. Una sola emisora ascendente podría transmitir información a todo un grupo de satélites no interferentes que compartan la misma ubicación. Además todos estos vehículos podrían economizar aún más recursos, al compartir una sola plataforma, un sistema de reubicación y una fuente de energía común.

Los circuitos de satélites podrían ser usados más efectivamente si se emplean microondas o rayos láser para la comunicación directa entre satélites. Este método funciona muy bien en el espacio exterior, ya que no hay atmósfera que debilite la transmisión de las señales entre satélites.

De hecho, la Unión Internacional de Telecomunicaciones y las naciones que la componen ya han asignado bandas de frecuencia para enlaces entre satélites. El uso de tales transmisiones, al eliminar un eslabón intermedio, puede reducir el costo de la comunicación entre países muy alejados.

Los satélites podrían alternar entre antenas apuntadas hacia objetivos diferentes, según se les ordenara, o tener antenas movibles de objetivo angosto, llamadas "haces puntuales dirigibles", para escoger entre pisadas preestablecidas. Esto les permitiría reutilizar en diferentes regiones geográficas sus frecuencias asignadas disponibles. Tales vehículos podrían emplear más efectivamente la potencia disponible, al restringir su emisión a áreas limitadas, e incrementar así sus EIRPs.

#### **1.12.4. Estación Receptora.**

Al igual que la estación transmisora, la receptora crece dependiendo de las necesidades del sistema de comunicaciones. En el gráfico siguiente tomamos como ejemplo una estación terrena encargada de transmisión y recepción.

En cuanto a una estación receptora de propósito general, debe constar básicamente de una antena receptora, un Amplificador de Bajo Ruido (LNA), una línea de transmisión y una unidad receptora.

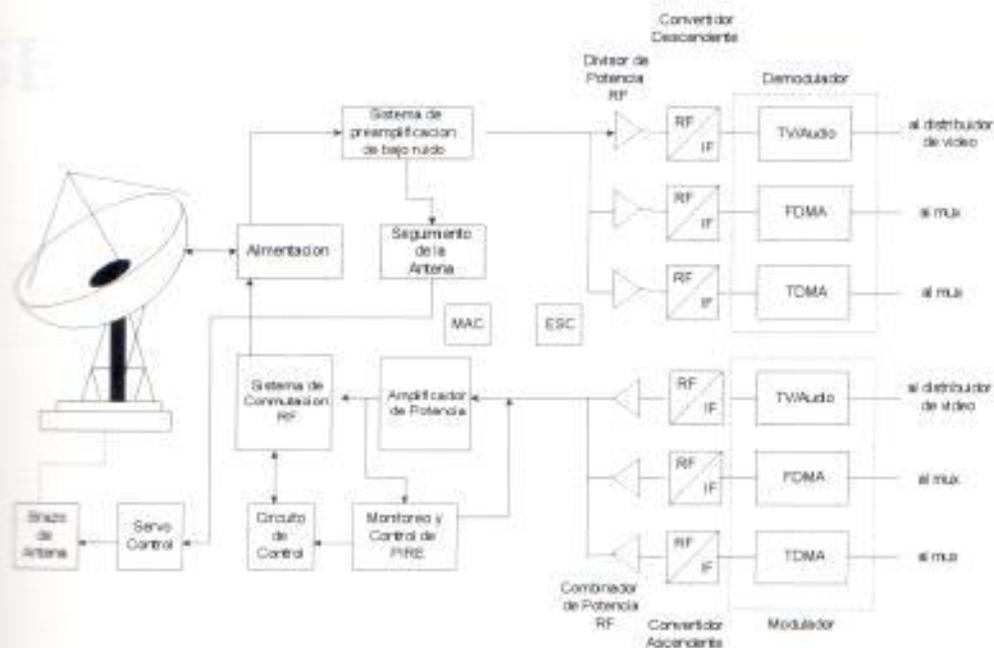


Fig. 1.11 Estación Terrestre que integra transmisión y recepción

# CAPITULO II

## SEÑALES DE BANDA BASE Y SU TRATAMIENTO

## 2.1 Televisión

Algunos satélites son usados para la transmisión de señales de televisión, con canales codificados utilizados por los sistemas de televisión por cable CATV, o con canales abiertos para todo el público.

Cada satélite tiene asignado un ancho de banda espectral de 500 MHz., llevando a bordo un total de 12 transpondedores, cada uno de 36 MHz... Algunos satélites reutilizan la misma banda de frecuencias, ya que operan con señales polarizadas vertical y horizontalmente. Esta asignación de frecuencias es mostrada en la siguiente figura.

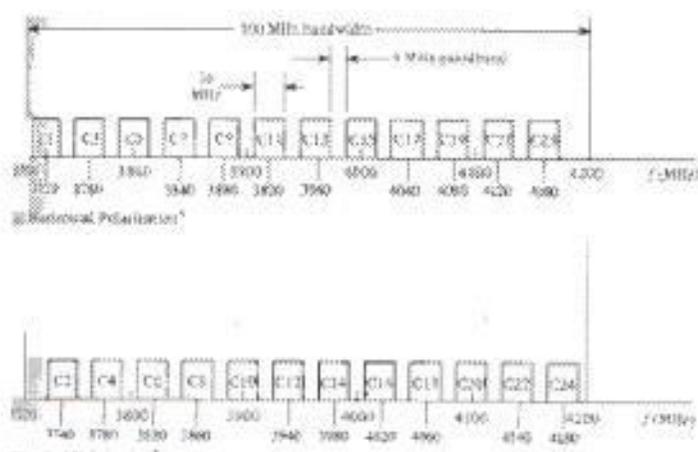


Fig. 2.1.- Plan de Frecuencias del transpondedor del satélite en 6/4 GHz utilizado por los canales del enlace descendente. Para el plan de frecuencias de enlace ascendente añade 2225MHz. a los números dados arriba.

Esta reutilización hace posible la disponibilidad de dos canales por cada transpondedor, dando un total de 24 canales (12 con polarización vertical y 12 con polarización horizontal). Cada canal está denotado por C1 para el canal 1, C2 para el canal 2, y así sucesivamente.

## 2.2. Transmisión de señal de Televisión

La calidad de la señal de Broadcasting es conmutada vía satélite para usar un simple transpondedor de 36 MHz... de ancho de banda para cada señal de televisión. Esto es realizado por un módulo compuesto de un ancho de banda de 4.5 MHz... sobre 6 GHz de portadora FM, como se muestra en la siguiente figura:

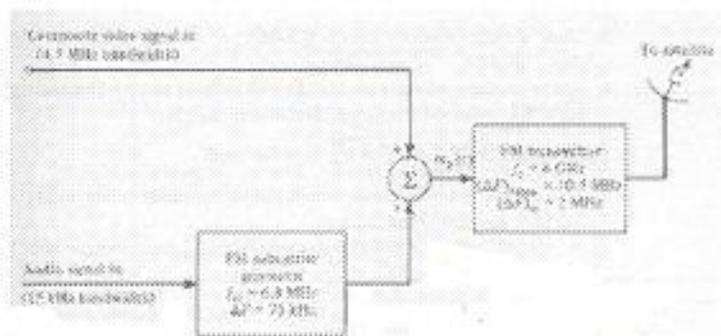


Fig. 2.2.- Emisión de señales de TV desde una Estación terrena.

La composición visual de la señal, consiste de la señal de vídeo blanco y negro.

El ancho de banda de 6 GHz FM puede ser evaluado mediante la regla de Carson.

La desviación pico de la composición de vídeo es 10.5 MHz... y la desviación pico de

la subportadora es de 2 MHz..., dando una desviación pico de  $Df = 12.5$  MHz... El

ancho de banda de la banda base es aproximadamente de 6.8MHz... El ancho de

banda de transmisión es :

$$B_t = 2(Df + B) = 2(12.5 + 6.8) = 38.6 \text{ MHz...}$$

el cual es aceptado por el transpondedor.

Esta técnica FDM/FM es usada por compañías telefónicas para señales de TV sobre

enlaces de microondas el cual está caracterizado en la siguiente tabla:

**TABLA: Capacidad de algunos Enlaces de Portadora Común**

| Medio de Transmisión                   | Nombre                   | Empresa que lo Desarrolla | Año en Servicio | Número de Canales de Voz | Velocidad (Mbits/sec) | Espaci entre Repetido (millas) |
|--|--------------------------|---------------------------|-----------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Transmisión Transmisiona<br>Alcendadas | DMEW                     |                           | 1961            | 240                      |                       |                                |
|  | TD-2                     | Bell                      | 1948            | 600 (1954)               | 1.544                 | 30                             |
|  | TH-1                     | Bell                      | 1961            | 2400 (1979)              | 1.544                 | 30                             |
|  | TD-3                     | Bell                      | 1967            | 1800 (1979)              | 1.544                 | 30                             |
|  | TN-1                     | Bell                      | 1974            | 1800                     | 1.544                 | 30                             |
|  | AR6A                     | Bell                      | 1980            | 6000                     |                       | 30                             |
|  | 18G274                   | NEC                       | 1974            | 4032                     | 274.176 (DS-4)        | 7                              |
|  | 6G90                     | NEC                       | 1979            | 1344                     | 90 (2DS-3)            | 30                             |
|  | 11G135                   | NEC                       | 1980            | 2016                     | 135 (3 DS-3)          | 30                             |
|  | 6G135                    | NEC                       | 1983            | 2016                     | 135 (3 DS-3)          | 30                             |
|  | MDR-2306                 | Collins                   | 1983            | 2016                     | 135 (3 DS-3)          | 30                             |
|  | RD-6A                    | Northern Tel.             | 1984            | 2016                     | 135 (3 DS-3)          | 30                             |
|  | Transmisión<br>Satelital | Intelsat IV               | COMSAT          | 1970                     | 8000                  |                                |
| Intelsat V                             |                          | COMSAT                    | 1980            | 25000                    |                       | 22300                          |
| Intelsat VI                            |                          | COMSAT                    | 1986            | 80000                    |                       | 22300                          |

### 2.3. Sistemas de Distribución de TV vía Satélite con múltiples receptores.

La recepción se basa en las normas MAC (Múltiplex Analogue Components).

El sistema MAC es un múltiplex temporal del vídeo que separa la luminancia y crominancia en método analógico. El sonido y los datos se transmiten digitalmente.

Una línea, siempre de 64  $\mu$ s, transmite primero el sonido y los datos en digital durante los primeros 12  $\mu$ s de retorno de línea, y después en analógico las señales de crominancia durante 17.5  $\mu$ s y, por separado, las señales de luminancia durante 34.5  $\mu$ s. Estas señales están afectadas por una compresión temporal de 1.5 para la luminancia y de 3 para la crominancia.

### **2.3.1. Los componentes básicos**

Los equipos que componen las unidades básicas son: antena, alimentador, LNA, convertidor descendente, cable, receptores y televisores. Estos equipos trabajan con separadores, amplificadores de línea, atenuadores, barreras de corriente continua, conmutadores A/B, combinadores y relevadores coaxiales, para crear cualquier combinación.

#### **2.3.1.1. Televisores.**

Los televisores funcionan mejor cuando el nivel de señal de entrada oscila entre 0 y 3 dBv, aunque el nivel óptimo varía con los distintos modelos, donde 0 dBv es igual a 1 mV y 3 dBv es el doble. Cuando el nivel de la señal sobrepasa los 3 dBv algunos televisores se sobrecargan distorsionando la señal. Pero, los televisores contienen

circuitos de control de ganancia automático, con esto se puede manejar las potencias mayores de 3 dBv.

Si se permite que se disminuya demasiado la señal/ruido no habrá nivel de amplificación que mejore la situación porque a éste nivel se amplifica tanto el ruido como la señal. La solución es usar atenuadores, para los niveles mayores de 3 dBv.

### 2.3.1.2. Cable, Conectores y Separadores

La atenuación o pérdida de señal en cables normales de 75 ohm tales como el RG-6, RG-11 y RG-59 debe tenerse en cuenta en el diseño.

Los separadores, tal como su nombre lo indica, separan la señal en dos ó más ramas. Por ejemplo , al dividir la señal de un bloque de conversión descendente de 950-1450 MHz... Hay que usar un separador que esté clasificado para 1450 MHz... para que no haya grandes pérdidas.

**Tabla de Pérdidas en cada rama de los separadores**

| TIPO DE SEPARADOR | PERDIDA EN dB. |
|-------------------|----------------|
| 2 Salidas         | 3.5            |
| 3 Salidas         | 3.5 y 7        |
| 4 Salidas         | 7              |
| 8 Salidas         | 10.5           |
| 16 Salidas        | 14             |

### 23.1.3. Amplificadores de línea y pendiente

Los amplificadores de línea se insertan en el cable coaxial por medio de conectores para aumentar la potencia de la señal de uno o varios canales.

Los amplificadores pueden tener ganancias fijas o regulables. Algunos de los amplificadores diseñados para funcionamiento en líneas largas ofrecen ganancias que aumentan con la frecuencia de la señal para compensar la mayor atenuación en estas frecuencias. Este fenómeno se llama pendiente.

Por ejemplo si se usa RG-59 para tendidos muy largos, se debe usar una pendiente de 2 dB por cada 30 mts.

#### **2.3.1.4. Atenuadores.**

Sirven para reducir la intensidad de una señal muy fuerte. Los atenuadores son dispositivos pequeños y económicos que se introducen directamente en la línea coaxial con conectores.

Casi ningún atenuador está diseñado para transmitir corriente continua, por lo tanto no pueden emplearse en la línea entre receptores y convertidores descendentes.

#### **2.3.1.5. Terminadores.**

Todas las salidas en un sistema de distribución de televisión han de terminar en un dispositivo apropiado, tal como un televisor, un receptor de satélite o un terminador.

Un terminador es un simple resistor el cual se enrosca en un conector para cable coaxial de 75 ohm y que también tiene una impedancia de 75 ohm.

### 2.3.1.6. Barreras de Corriente Continua.

Esta permite el paso sin atenuación de las señales de TV de alta frecuencia pero detiene el paso de toda corriente continua.

Por lo tanto, las barreras se emplean para proteger los sistemas satelitales de la CC. Esto se consigue mediante un condensador que deja pasar las frecuencias altas pero no las de corriente continua.

### 2.3.1.7. Conmutadores A/B y Combinadores.

Los conmutadores A/B se emplean para seleccionar una de las dos señales de entrada. Un buen conmutador A/B tiene un aislamiento de 40 a 50 dB entre sus entradas, lo que significa que, si existe una señal de 10 dBv en la entrada no seleccionada, la salida verá esta señal reducida a -30 dBv o -40 dBv (10 dBv menos 40 o 50 dBv).

Un combinador de señal se usa para combinar y equilibrar las intensidades de señales por el aire y vía satélite, pudiendo sustituir a un conmutador A/B. Por ejemplo, una sola unidad puede tomar una entrada del modulador en el canal 3 del receptor del satélite y otra línea de una antena por el aire.

Cuando se combinan dos canales adyacentes, se corre el riesgo de que interfieran el uno con el otro al emplear un combinador de baja calidad. De cualquier modo, siempre es importante equilibrar la intensidad de las señales del satélite y por el aire antes de que entren al combinador. Para eliminar la interferencia entre los canales, puede que sea necesario poner un filtro de paso de banda que recorte la banda lateral inferior y restrinja la entrada de televisión vía satélite a una pequeña gama de frecuencias seleccionada. Más adelante seguiremos hablando sobre el equilibrio y la separación de canales adyacentes.

### 2.3.1.8. Relevadores Coaxiales

Un relevador coaxial es un conmutador que pasa la señal en una sola dirección a la vez, utilizando normalmente 12 V CC de un receptor o fuente alimentadora para abrir y cerrar el relevador. Estos relevadores no transmiten corriente continua y han de ser protegidos contra corrientes excesivas. Su función es equivalente a la de un conmutador A/B, con la diferencia que es operado eléctricamente.

## 2.4 Configuraciones de los Sistemas de Televisión

### vía satélite.

Cada uno de los sistemas que se describen a continuación se ilustran en los diagramas de las figuras que los acompañan. Estos sistemas han sido escogidos como muestras representativas y no representan las únicas posibilidades que existen. Se pueden concebir sistemas más complejos o diferentes empleando las ideas fundamentales que se aprendan al estudiar estos ejemplos.

#### 2.4.1. El Sistema Básico

El sistema más común en el mercado de TV vía satélite doméstico consiste en un solo plato y receptor de vídeo combinado con transmisiones por el aire. Se necesita un conmutador A/B o un combinador de canal para evitar la interferencia entre las señales por el aire y las del satélite. Un vídeo cassette puede cumplir la misión del conmutador A/B. Cuando su control está en la posición del sintonizador la señal del satélite queda bloqueada, mientras que en la posición de cámara o de audio/vídeo, el vídeo pasa directamente al vídeo cassette. Si la señal del satélite entra directamente al vídeo cassette sin pasar por el modulador del receptor, las grabaciones serán de mayor calidad que las de las señales por el aire.

Dos líneas de cable coaxial RG-6 o RG-59 traen la corriente del convertidor descendente y la señal RF desde el plato. Los voltajes de selección de canales van también por la línea de la señal de IF. Muchos sistemas de conversión descendente en la actualidad utilizan un sólo cable coaxial, RG-6, para transmitir la corriente del convertidor descendente y la señal RF.

En las antenas normales de televisión, la señal VHF o UHF procedente de lugares remotos, o si el cable de la antena es muy largo, ha de ser preamplificada, necesitando el preamplificador una fuente de alimentación. De ésta forma, se aumenta la potencia a niveles aceptables ( de 0 a más de 3 dBv ) para el conmutador A/B o para la entrada del combinador de canales.

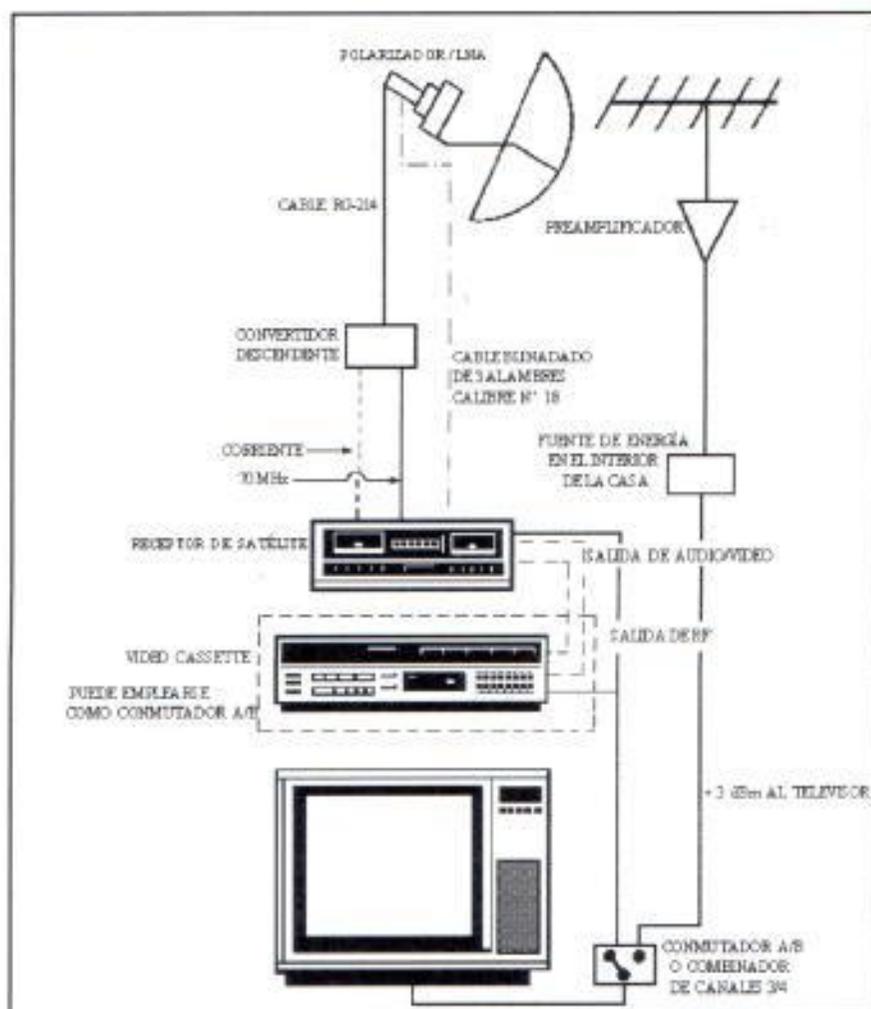


Figura 2.3 El Sistema Básico.

## 2.4.2 Un sólo receptor, dos televisores y un control remoto adicional.

Este sistema es parecido al del sistema básico, con la excepción de un televisor adicional. El televisor principal se encuentra cerca del receptor de satélite, el cual

tiene un control remoto de línea visual infrarrojo. El receptor de satélite también puede ser controlado mediante un segundo emisor de infrarrojo situado en otro lugar, por medio de un control remoto adicional que está conectado al receptor por el cable coaxial. La utilización de este "doble control remoto", o de un "enlace adicional" ofrece la conveniencia de controlar el receptor tanto desde un lugar cercano al receptor como de uno alejado del mismo.

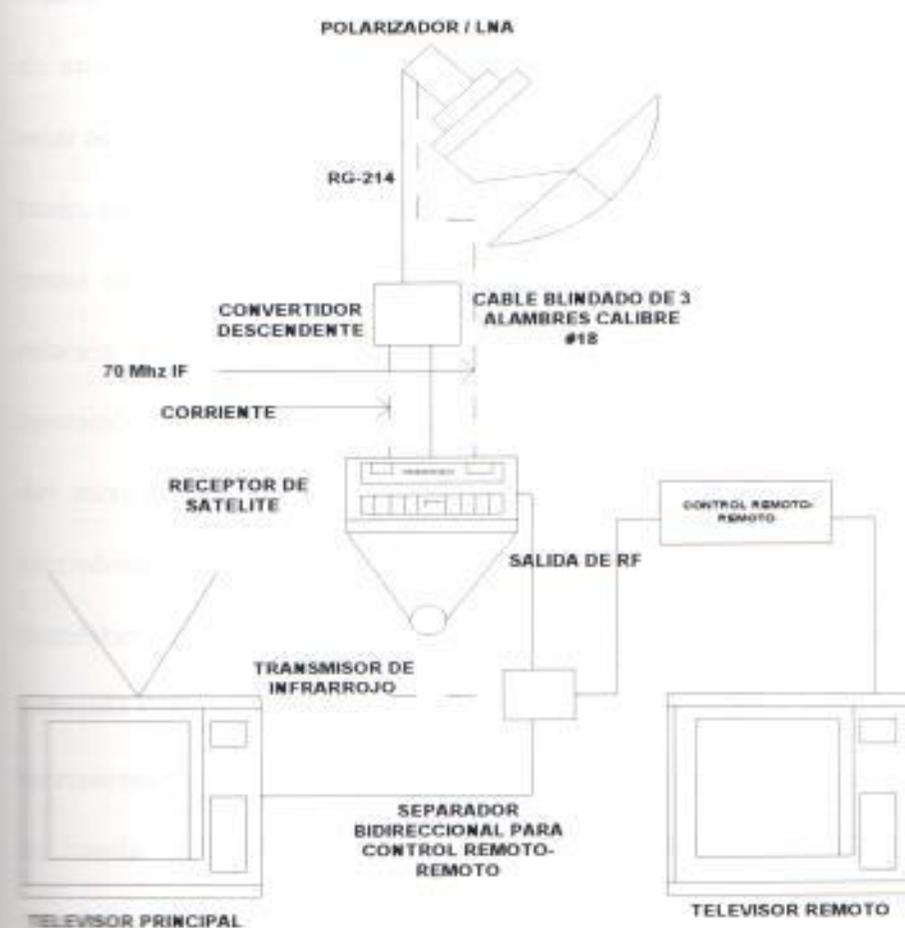


Fig. 2.4

### 2.4.3. DBS (Direct Broadcast Satellite)

Un tipo especial de satélite de enlace descendente es el servicio directo de radiodifusión de televisión del satélite a la casa desde una órbita síncrona. Estos sistemas tienen la complejidad adicional de requerir unas antenas **rooftop** relativamente pequeñas, grandes anchos de banda en RF, y una relación señal-ruido altamente demodulada para los receptores comerciales de TV. Además, los formatos de amplitud modulada (AM) de los sistemas terrestres comerciales de TV deben estar acoplados a las constantes transmisiones de la envolvente FM del satélite. Por lo tanto, esto requiere un convertidor de la forma de onda de la portadora (FM a AM) como una circuitería externa doméstica adicional, esto permite incrementar la relación portadora-ruido (CNR) de AM, realizada a través de una mejorada operación en FM a expensas del ancho de banda del enlace descendente. Por medio del incremento de la desviación FM de la portadora de vídeo en el enlace ascendente del satélite, una CNR en AM mejorada es factible en el receptor doméstico, después de la retransmisión del satélite. Esto puede ser convertido a una reducida CNR en FM en la antena **rooftop**, lo cual produce una ventaja directa para incrementar la banda de la frecuencia de la portadora puesto que un mayor ancho de banda en FM estará disponible. Por esta razón, la radiodifusión de vídeo doméstica directa es principalmente diseñada para operar en banda K. Los satélites usados para éste tipo de transmisiones de vídeo son referidos como satélites de radiodifusión directa (DBS).

#### 2.4.4. TVRO (TV receive-only)

Para recibir una señal desde el satélite, muchas operaciones diferentes deben ser realizadas. La señal primero debe ser amplificada, entonces reducida a una frecuencia lo suficientemente baja para la conveniente amplificación y demodulación, para luego ser llevada a cualquier banda base mediante el equipo de proceso adecuado. La señal podría ser usada ya sea en el terminal terrestre mismo (dígase en el caso del terminal doméstico que sólo recibe señales de TV), o convertida a una forma conveniente para su transmisión a cualquier otra parte. Cuando hablamos de una cadena receptora, nos referimos específicamente a amplificadores de bajo ruido, convertidores descendentes, y demoduladores. La conversión descendente puede ser realizada ya sea en un paso, yendo directamente desde la frecuencia portadora del enlace descendente en el satélite a la frecuencia demoduladora intermedia (característicamente 70MHz...), o puede ser realizada en múltiples pasos. Una conversión de dos etapas es a menudo hecha cuando el mismo receptor esta siendo sintonizado a una multiplicidad de canales.

La figura anterior nos muestra un caso de especial interés de una estación TVRO. Tales estaciones pueden ser usadas para alimentar sistemas de redistribución de cable y TV local, y en el caso extremo como terminales para la recepción directa de TV en el hogar. La doble conversión es generalmente usada.

El amplificador de bajo ruido es uno de los elementos críticos en la determinación del funcionamiento de la estación terrena como un elemento del sistema. Este funcionamiento es caracterizado por la conocida relación G/T, determinada por la ganancia de la antena y por la temperatura del sistema.

#### **2.4.5. Receptor único con dos bandas de frecuencia**

Con éste sistema, el televidente tiene a su alcance tanto las transmisiones de la banda C como las de la banda Ku, con el mismo receptor y televisor. Puesto que tanto el LNB de la banda Ku como el LNA/convertidor descendente de la banda C convierten la señal a la misma gama de 900 a 1400 MHz., las dos señales se pueden procesar con el mismo receptor. Un conmutador A/B permite el paso de la corriente activa al LNB o al convertidor descendente/LNA que se seleccione.

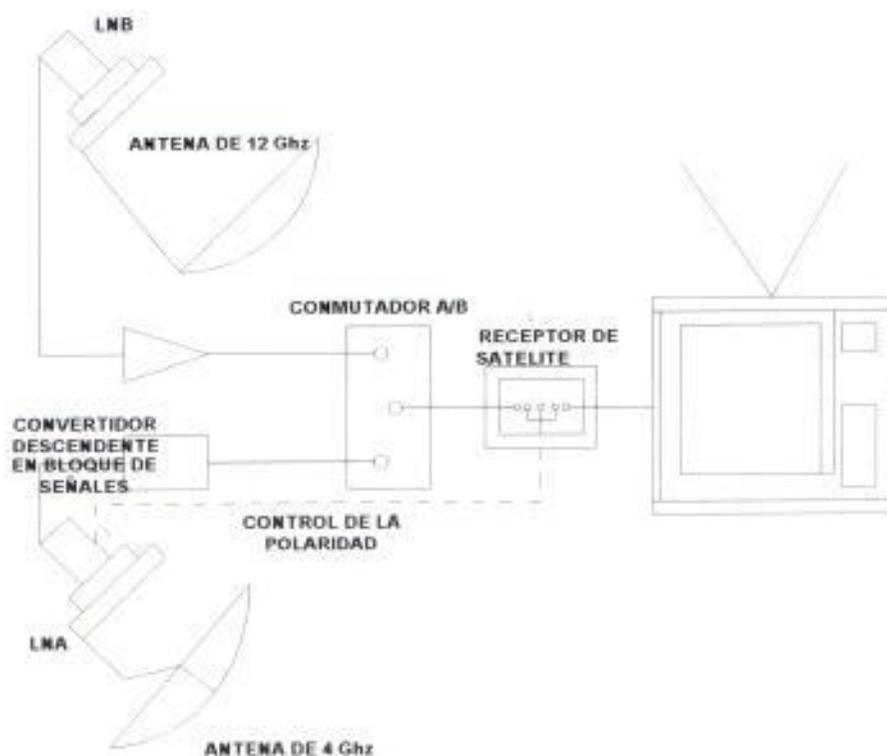


Fig. 2.5

## 2.4.6 Sistemas de TV vía satélite con antena colectiva (SMATV)

El objetivo al diseñar un sistema de televisión vía satélite de antena colectiva (SMATV) es proporcionar a cada televisor de la red uno o más canales con suficiente potencia (0 a 3 dBv) y que no interfieran entre sí. En la cabeza de la línea, las señales de varias procedencias son capturadas y procesadas de modo que todos los canales tengan la misma potencia al ser combinados en la salida. Las salidas de

todas las configuraciones de receptores mostrada anteriormente pueden utilizarse como entradas para la cabeza de la línea del SMATV.

Las señales de los satélites pueden captarse mediante cualquier combinación de antenas, ya sean de un sólo foco o de múltiples focos. Los sistemas comerciales suelen utilizar antenas fijas más grandes para enviar a la cabeza una señal con muchos más decibeles de potencia que el umbral del receptor a fin de que las posibilidades de interrupción del servicio sean mínimas. Por lo general, los sistemas comerciales se diseñan con una relación C/N mayor de 15 dB, mientras que para los sistemas de televisión vía satélite domésticos se considera más que suficiente una relación de 11 dB.

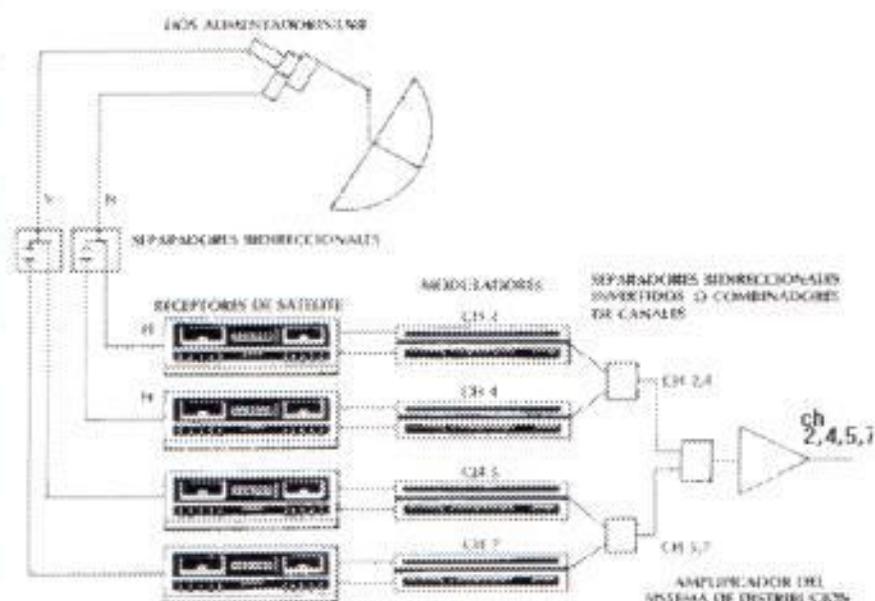


Fig. 2.6 Sistema de TV Vía Satélite por Antena Colectiva (SMATV) - Cabeza de Línea de 4 Canales

### 2.4.6.1. La red de distribución

La red de distribución tiene como objetivo tomar la señal ya combinada y enviar a cada televisor una señal balanceada y con suficiente potencia. Los sistemas de televisión de antena colectiva (MATV) o los de antena colectiva vía satélite (SMATV) pueden compararse con los sistemas de distribución de agua. Si el sistema no tiene la presión suficiente, el agua apenas goteará en los grifos, mientras que si viene con demasiada presión puede reventar las cañerías. En la recepción de programas de televisión, una señal débil puede producir nieve en el televisor y una señal sobreexcitada puede hacer fluctuar o vibrar la imagen.

### 2.4.6.2. Componentes básicos.

Un sistema SMATV se compone de varios elementos básicos que, además de los ya mencionados anteriormente, incluyen moduladores, filtros de paso de banda, derivadores, amplificadores, cables coaxiales y conectores.

### 2.4.6.2.1 Moduladores, Procesadores y Filtros de Paso de Banda.

El objetivo de un modulador consiste en la "reemisión" de una señal de televisión convirtiéndola desde una gama/formato de frecuencias a otra diferente. Por ejemplo, los moduladores que se hayan incorporados en los receptores de vídeo toman las señales crudas de audio y vídeo provenientes del satélite y transforman a un formato de AM, normalmente sintonizada en los canales 3 o 4 de VHF. Un modulador de calidad comercial puede convertir la señal sin rectificar el satélite al canal 13 de VHF o al canal 36 de UHF. Los dispositivos llamados convertidores de canales toman un canal y lo demodulan a otro. Así por ejemplo, un convertidor puede tomar el canal 5 de VHF y transformarlo al canal 38 de UHF. Por lo general estos convertidores son controlados por cristal.

Hay tres clases de moduladores : los de uso doméstico, que deben su existencia al mercado de vídeo cassettes y que generalmente operan en los canales 3 ó 4 y tienen potencias de salida limitadas entre 0 y 3 dBv, y siempre menor a 10 dBv. No tienen filtros de paso de banda incorporados que limiten su salida a una gama estrecha de frecuencias centrada en el canal objeto. Los moduladores comerciales tienen salidas mucho mayores, por lo general, con una ganancia de 20 dB o más . Es preciso distinguir entre las marcas que incorporan filtros de paso de banda o de ondas acústicas superficiales y las que no los usan. Los que no tienen estos filtros pueden generar una señal que interfiera con un canal adyacente superior o inferior.

Los moduladores estabilizados por cristal se fijan permanentemente en un canal. Muchos de los moduladores empleados en receptores de satélite domésticos son de este tipo. Por lo general, los moduladores domésticos de televisión vía satélite pueden cambiarse entre el canal 3 y el 4. Los moduladores accionados por inductor/condensador (LC) se pueden sintonizar en toda una gama de canales mediante un pequeño tornillo de ajuste.

En los moduladores comerciales se puede ajustar el nivel de audio, de vídeo y de salida de RF. Los ajustes para el audio y el vídeo controlan el "porcentaje de modulación", o sea la cantidad de éstas señales que se añade a la portadora. Una mayor salida de vídeo produce una imagen más clara, pero si el nivel es demasiado alto, se produce un zumbido en el audio e imágenes de mala calidad. El ajuste de RF fija el nivel de la potencia de salida en dBv.

Los procesadores de canales también tienen salidas que pueden combinarse con señales demoduladoras. Sin embargo, por lo general los procesadores toman señales ya moduladas generalmente de transmisiones por el aire y "limpian" la señal. Esto lo efectúan demodulando hasta la banda de base y amplificando y filtrando tanto la señal de entrada como la de salida a fin de

eliminar la banda lateral indeseada. Luego la salida se remodula al mismo canal que la señal de entrada.

#### 2.4.6.2.2. Derivadores.

El derivador, también denominado acoplador direccional o derivador direccional, extrae una porción determinada de la señal entrante, permitiendo a la vez el paso de casi toda la potencia a través de su salida. Según tablas dadas por los fabricantes se puede observar que cuanto más bajo sea el valor del derivador (es decir, se extrae más de la señal), mayor será la pérdida de inserción.

Observe que un derivador es diferente de un separador, el cual divide la señal en partes iguales entre dos o más ramas de salida. Sin embargo, los dos dispositivos cumplen la misma función. En general, los derivadores se instalan con el fin de extraer señales de una línea de alimentación principal, ya que las pérdidas son mucho menores. En cambio, los separadores se utilizan para la distribución local a televisores individuales.

### **2.4.6.2.3. Canales de Televisión y balance de señales.**

Hoy en día los sistemas SMATV pueden ser diseñados para transmitir, por ejemplo, cinco canales por el aire junto con cuatro emisiones de televisión vía satélite en la banda de televisión VHF. Por lo tanto, las cabezas de línea procesan y transmiten canales adyacentes y deben estar diseñadas para que cada uno pueda recibirse sin interferencia de los demás, ya que siempre existe esta posibilidad. La banda UHF también puede ser objeto de modulación; sin embargo, las atenuaciones en los cables son mayores que en la banda VHF de frecuencias menores. Por consiguiente, los sistemas de distribución amplia, generalmente están diseñados para utilizar la gama de VHF.

Un balance preciso en los niveles de las señales no es tan importante en los sistemas que no utilizan canales adyacentes. Los sistemas deben diseñarse, siempre que sea posible, utilizando canales no adyacentes para la modulación. Sin embargo, en caso de utilizarse canales adyacentes, es preciso utilizar moduladores de alta calidad que proporcionen filtración y que "limpien" la señal de audio y video.

### **2.4.6.2.4. Combinación y distribución de la señal.**

Una vez que se ha igualado el nivel de potencia de salida de todos los moduladores mediante los amplificadores de línea necesarios o la reducción del nivel de potencia de RF, y que se ha realizado el procesamiento y la filtración de paso de banda,

pueden combinarse las señales. Los niveles de las señales pueden medirse fácilmente empleando un medidor de intensidad.

La habitación en que se coloque el equipo de cabeza de línea debe mantenerse a una temperatura relativamente constante, ya que las salidas de los moduladores pueden variar más de 10 dB con los cambios de temperatura. También es necesario controlar la humedad puesto que las cantidades excesivas de vapor de agua pueden desmejorar las piezas electrónicas.

Las señales pueden combinarse mediante separadores o derivadores invertidos. Las pérdidas de inserción serán las mismas sin importar la dirección en que se usen estos separadores. Los dispositivos denominados combinadores están diseñados especialmente para este fin.

En general los separadores se utilizan para sistemas pequeños. Los diseños más grandes, variando desde los sistemas SMATV grandes hasta las enormes redes de televisión por cable, utilizan el método de línea troncal y cable de alimentación con derivadores. Nunca se aplican derivaciones en una línea troncal, sino que se utilizan separadores y amplificadores a fin de que el sistema de distribución quede protegido contra interferencias de ingreso. Los derivadores se utilizan en la línea de alimentación.

El objetivo de diseñar un sistema de distribución es proporcionar a cada televisor una señal de 0 a 3 dBv.

#### 2.4.7. Satélites analógicos y digitales.

El enlace por satélite, así como los enlaces de radio y cable en la tierra, pueden ser llevados a cabo tanto por señales analógicas como digitales. Es importante determinar cuál alternativa es la más eficiente.

La eficiencia de la señalización digital depende de dos factores. Primero, cuántos bits por segundo pueden ser transmitidos por el satélite. Esto depende del diseño del equipo de modulación. Segundo, cuántos bits por segundos son necesarios para digitalizar la voz humana, música, televisión o cualquier información que sea enviada.

Los primeros satélites usaron transmisiones analógicas. Hoy sabemos que las técnicas digitales pueden ser mejores para la mayoría de tipos de sistemas. Muchas de las transmisiones vía satélite son ahora digitales, y el futuro convivirá con las técnicas digitales.

Como veremos, la incursión a la operación digital tiene muchas implicaciones interesantes para la industria de la computación. El costo relativo de la transmisión

de voz y datos está oscilando de manera que hace parecer la transmisión de datos más barata que la transmisión de voz. Un satélite puede tener una capacidad prodigiosa para los datos del computador si sólo los canales pueden ser organizados apropiadamente.

#### **2.4.8 Ventajas de las comunicaciones digitales sobre las analógicas en un satélite.**

Las ventajas de las comunicaciones digitales vía satélite sobre las comunicaciones analógicas vía satélite incluyen:

1. *Capacidad incrementada en el modo de múltiple acceso.* En la utilización del transpondedor de un satélite, la eficiencia de la potencia es de primordial interés. Para incrementar esta eficiencia, los amplificadores de salida de alta potencia son requeridos para operar cerca de su saturación. Los sistemas digitales de múltiple acceso por división de tiempo (TDM) en el satélite alcanzan un significativo incremento en la capacidad del sistema cuando son comparados con los sistemas analógicos de múltiple acceso en FM. Los transpondedores TDMA, cuando son usados apropiadamente, transmiten sólo una señal a la vez. La intermodulación en los sistemas digitales no es tan crítica como lo es en los sistemas analógicos ; por lo tanto los amplificadores de salida en los sistemas continuos digitales y TDMA de operación en ráfaga podrían operar cerca a su saturación.

2. *Ventajas económicas inmediatas y a largo plazo.* La capacidad incrementada, más la operación flexible, y los costos de producción reducidos contribuyen a las ventajas económicas de los sistemas de comunicación digital del satélite. El rápido progreso en el desarrollo de los circuitos lógicos de ultra-alta -velocidad (rango de 1-Gb/s), los procesadores digitales de alta velocidad, y los mini y microcomputadores incrementan los beneficios económicos de los sistemas de comunicación digital en el satélite.

3. *Más resistencia a la interferencia.* Los sistemas digitales proveen una excelente operación con una relación portadora-interferencia en el rango de 20 a 30 dB. Los sistemas analógicos FDM-FM frecuentemente requieren relaciones portadora-interferencia mucho más altas.

4. *Compatibilidad de mensajes analógicos/digitales y computadoras.* Un flujo digital de bits es un flujo digital de bits, independientemente de si la fuente de información es una señal a color de TV, voz analógica, o dato digital. Por lo tanto, la señal multiplexada y procesada del dato digital es menos costosa que las señales analógicas.

5. *Nuevas facilidades, servicios.* Técnica digital, computadoras, y demás dispositivos facilitan la introducción de nuevos servicios, los cuales no serían prácticos con los métodos analógicos. La comunicación del computador, sistemas de reserva, y los intercambiadores de los bancos de datos están entre estos servicios.

6. *Mayor grado de flexibilidad.* En un "panel de interruptores en el cielo" - un satélite regenerativo con poderosas capacidades de procesamiento de señales - es factible usar técnicas de comunicación digital. Hay además una posibilidad de operación conmutada multihaz en el satélite.

7. *Sistemas directos de bajo costo interconectados con microondas terrestres, cable, y fibras ópticas.* Las interfaces frecuentemente requeridas en las estaciones terrenas con los enlaces mediante microondas terrestres, cable, y fibras ópticas son mucho más simples con señales digitalmente codificadas que con mensajes analógicos.

8. *Calidad de transmisión casi independiente de la distancia y la topología de la red.* Las múltiples secciones conmutables, regeneración de señales, y el proceso de la señal no degradan la calidad de la señal digital en sus múltiples saltos, mientras que el ruido en los sistemas analógicos se acumula ( el ruido en los enlaces ascendente y descendente son aditivos en los sistemas no regenerativos del sistema ).

## **CAPITULO III**

# **ELECCIÓN DEL EQUIPO DE TV VÍA SATÉLITE**

La industria de la TV vía satélite ha evolucionado a un ritmo impresionante. Hace sólo 5 años se ofrecían sólo unas pocas marcas de equipo y los actuadores de antena eran prácticamente desconocidos.

Para poder servir bien a su clientela, un distribuidor debe primero entender bien los fundamentos de la TV vía satélite y luego, mantenerse al tanto de los últimos adelantos, así como de los nuevos equipos que se presentan continuamente en todas las principales ferias industriales. Debe saber qué equipos son los menos susceptibles a interferencias terrestres, cómo configurar una estación terrestre con un margen de rendimiento aceptable, cómo se verá afectada la imagen por la reducción de la distancia entre los satélites o por cambios climáticos, y además estar al tanto de muchos otros aspectos.

### 3.1. Fundamentos de la selección de los componentes.

Al escoger los componentes de un sistema de TV vía satélite, se deben considerar los siguientes criterios: rendimiento, costo, características, durabilidad y atractivo estético. Cada uno de ellos debe ser pesado individualmente al seleccionar equipo para un cliente. Algunos quedarán satisfechos con un sistema US\$1.000 que ofrezca imágenes aceptables en la mayoría de los transmisores-respondedores; otros pagarán US\$6.000 por una estación terrestre y exigirán un vídeo perfecto en todos los canales.

#### 3.1.1. Soportes.

Las antenas parabólicas de un sólo foco usan dos tipos de soporte de alimentador: el de gancho y el de trípode. Cualquiera que se emplee, el alimentador deberá mantenerse estable bajo cargas de viento o de nieve y no moverse cuando el plato rastree su arco. Asegúrese de que las uniones entre el plato y la estructura de soporte así como entre ésta y el alimentador sean fuertes. Es muy fácil que el alimentador, con un LNA y un convertidor en bloque montados en el foco del plato, ocasione tensiones en su soporte y hagan que el alimentador se mueva del punto preciso que debe ocupar.

Algunos platos tienen alimentadores que simplemente se instalan en una posición prefijada, sin la posibilidad de regular el largo focal. Los tipos regulables son más

difíciles de manejar pero permiten un grado de regulación mayor, que puede optimizar la calidad de la imagen recibida.

La antena y el LNA son las partes más importantes de cualquier sistema vía satélite. Si no se los escoge bien, ningún gasto en receptores u otros componentes, de los actualmente conocidos, será capaz de mejorar el rendimiento del sistema.

La antena debe estar montada sobre un soporte estable, capaz de apuntar con precisión el plato hacia el arco de satélites. Un soporte endeble permitirá que la antena oscile con el viento hasta que se desplome bajo el peso de la nieve. Debe tener un anclaje firme al poste y al soporte que la sostienen así como algún método para fijar y mantener las regulaciones de los ángulos de declinación y de eje polar. Los cojinetes que le permiten rastrear deben estar calculados para moverse libremente y para resistir el desgaste excesivo. Los puntos de unión al plato deben ser fuertes pero no deben provocar la deformación de la antena, ni permitirle que se doble o se mueva excesivamente bajo presión.

El mejor método para juzgar un soporte es un examen detallado de su estructura. Empuje el plato por el borde exterior para verificar si hay juego, o si las diversas regulaciones se alteran con demasiada facilidad. Generalmente resulta muy instructivo el hacer comparaciones con otros soportes. Hay grandes diferencias entre las distintas marcas.

### 3.1.2. Actuadores.

Los brazos actuadores, así como los conjuntos de horizonte-a-horizonte, están sujetos a tensiones mecánicas. Los tubos de los vástagos, así como sus motores, son especialmente susceptibles a tener problemas y fallas. Sin embargo, la tecnología de la TV vía satélite se ha desarrollado tanto durante los últimos cuatro o cinco años, que ahora es fácil obtener equipos confiables.

Asegúrese de que el vástago del actuador no tenga un juego excesivo. Esto podría ocasionar que el viento sacudiera la antena. Un plato más grande necesitará un brazo más largo, para que la palanca y la fuerza se mantengan constantes durante el barrido a través de todo el arco. El sellado contra el agua debe ser prolijo; deben taladrarse perforaciones de drenaje en los puntos más bajos de la carcasa del motor. El conjunto de brazos del actuador debe ser despachado con las juntas de bolas necesarias para su unión al plato y al soporte. Asegúrese también que todas las piezas estén protegidas contra los elementos; lo mejor es el acero galvanizado o el acero inoxidable.

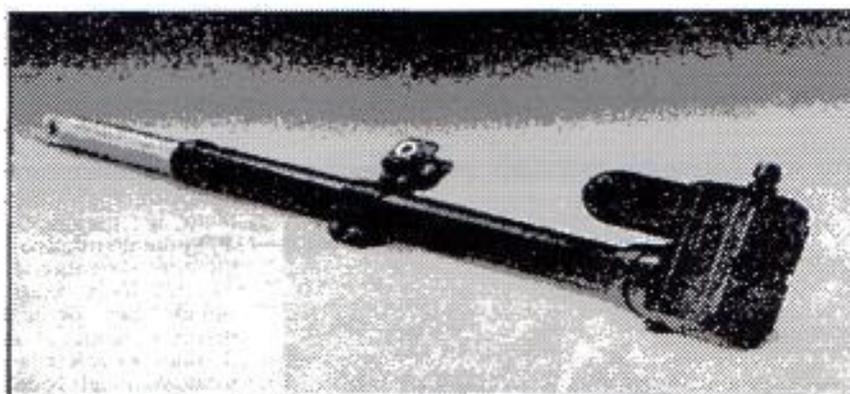


Fig. 3.1 Un Actuador Lineal. El brazo del actuador se emperna al soporte en un extremo y al plato en el otro. Un pequeño motor de corriente continua, de un décimo de caballo, mueve el vástago interior para apuntar el plato hacia cualquier satélite en el arco.

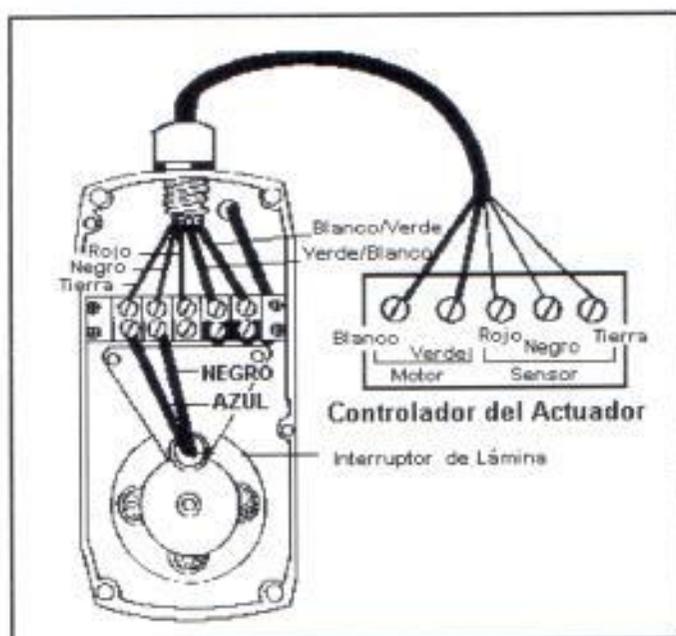


Fig. 3.2 Conexión Eléctrica entre el Actuador y el Controlador. El actuador y la caja de control generalmente están conectados por cinco alambres. Dos de ellos envían corriente para apuntar el plato hacia el este o hacia el oeste, y tres sirven para transmitir pulsos desde los sensores a los contadores en el controlador. En este caso se muestra un sensor de interruptor de lámina empleado en un actuador.

Los actuadores se controlan desde el interior con señales de potenciómetros, interruptores de lámina, transistores de efecto Hall, o sensores ópticos, cada uno con diferentes características. Algunos actuadores se demoran demasiado en cambiar la orientación del plato, de un extremo del arco al otro.

### 3.1.3. Antenas.

#### INTRODUCCIÓN.

Las antenas son los ojos de un sistema vía satélite. Deben concentrar y reflejar con exactitud la señal del satélite, así como rechazar la interferencia y el ruido. Esta es una tarea muy difícil si se toma en cuenta que un plato está instalado afuera y expuesto a diversos rigores, tales como corrosión, viento, nieve, hielo, granizo, calor y frío.

La simple inspección visual de un plato puede decir mucho. Primero, si se mira desde un borde del plato al otro, ¿Están los bordes alineados?. Si no lo están, el plato está torcido. Segundo, ¿Tiene una superficie lisa al tacto, o se la siente áspera, abollada?. Si se notan ondulaciones, o si tiene paneles o secciones de malla que no calcen bien, tenga cuidado. Tercero, ¿Cómo está unida la sección central del plato con el soporte?. Verifique que el soporte sea fuerte y que esté bien unido al plato para soportar todo su peso, sin permitirle que se afloje o deforme con el tiempo. Algunos platos están fijados sólo con unos pocos pernos que se pueden doblar o girar bajo presión. De ser así, es posible que éstos no resistan la prueba del tiempo en ambientes de mucha nieve o

viento. Cualquier oscilación o movimiento de rotación debida al viento, tarde o temprano producirá la fatiga del metal, fallas y mala calidad de vídeo.

Tanto el diseño como el método que se emplea para sostener el conjunto alimentador son muy importantes. Vea cuánto peso cuelga en el aire frente al plato. Algunos diseños parecen una bala de cañón en la punta de una caña. El conjunto debería estar unido a los bordes con vientos de alambre. El alimentador debe obstruir un mínimo de la visual del plato para que los lóbulos laterales no sean innecesariamente grandes.

Tanto los materiales como la forma del plato deben ser adecuados para evitar que la expansión y contracción térmica afecten la precisión de la superficie o la solidez estructural. El reemplazo de un panel dañado debe ser fácil y económico. Los platos emplazados cerca del mar deben ser resistentes a la niebla salina.

Otros criterios que se deben tener presentes al escoger una antena son su peso, facilidad de transporte y ensamblado, y su presentación. Si una antena va a ser colocada sobre un techo, es razonable escoger una de malla o de aluminio repujado de poco peso.

Los platos se pueden agrupar en dos categorías principales: sólidos y de malla. Las antenas sólidas son de fibra de vidrio o de metal, ya sea estampado o repujado. Las diferentes marcas de platos en cada categoría se deben evaluar según los criterios generales enunciados arriba, así como por los que sean específicos para el tipo de plato dado.

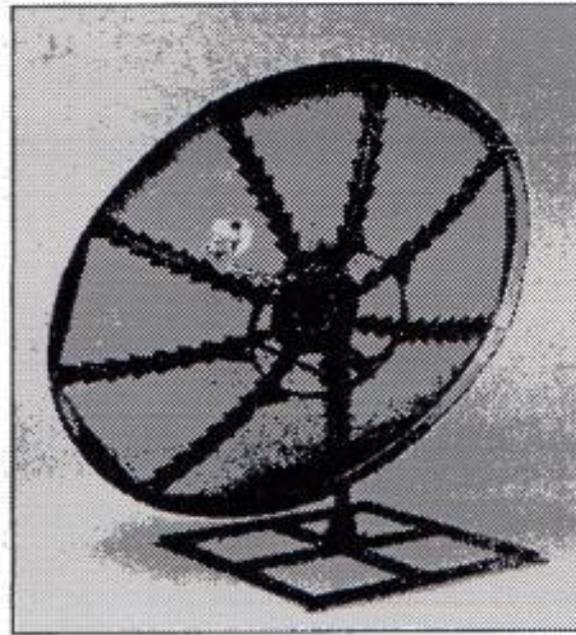
Las antenas de malla pueden ser fabricadas de aluminio o de acero perforado, expandido o estampado. Estos metales deben ser protegidos ya sea con pintura, plastificados o anodizados. Es importante que la malla se sienta firme al tacto. Una malla endeble, probablemente no soportaría una granizada fuerte sin abolladuras, deformaciones, daños o destrucción de paneles.

El método usado para mantener la forma de un plato de malla es la clave de su desempeño y a menudo está relacionado con la facilidad de su ensamblaje. Se pueden emplear de 8 a 24 paneles y costillas. Las costillas generalmente son de tubo de acero o de aluminio angular o extruido, para darles la resistencia estructural que necesitan para resistir la nieve y el viento sin deformarse. En algunos modelos, el brazo del actuador remata en una de estas costillas, la cual debe tener la resistencia adecuada para no deformarse. De otro modo el plato se torcería en un lado. A menudo las antenas tienen un anillo exterior que une estas costillas. Otras tienen además, uno o más anillos intermedios con el mismo propósito. Algunos materiales y diseños producen una superficie exacta y estable; en otros, el diseño y la fabricación son deficientes.

Las antenas sólidas generalmente son más fuertes y durables que las de malla. Son más rápidas de armar y la nieve y el hielo tienden a resbalar de ellas en lugar de acumularse, como suelen hacer sobre las de malla. Pero las antenas sólidas generalmente pesan más y están más expuestas a la carga del viento, y a doblarse bajo mucho peso.

Las superficies más exactas son las de los platos de aluminio o de acero repujado a presión. Pero como son de una sola pieza, su embarque y transporte son engorrosos. Este tipo de plato, así como el hidroprensado y el estampado, tienen que tener sus superficies protegidas contra la oxidación. Por supuesto, las de acero inoxidable no tienen este riesgo, si bien pueden presentar problemas por generar excesivo calor. En algunos modelos, el soporte está empernado a una placa posterior fijada al plato. En otros, el soporte se emperna directamente a la parte posterior del plato con riesgo de causar deformaciones al apretar los pernos si no se tiene cuidado. Esto puede ocurrir, especialmente si la curvatura del soporte no calza exactamente con la del plato y si no se usan arandelas de caucho entre el plato y el soporte para que amortigüen el contacto. Asimismo, existe el peligro de que el contacto entre dos metales diferentes produzca corrosión electrolytica.

La calidad de una antena de fibra de vidrio depende del método usado en su fabricación. Si se las fragua y moldea bien, pueden tener una superficie muy suave y exacta; sin embargo, las técnicas incorrectas pueden ocasionar torceduras, encogimientos, deterioro de la superficie y hasta que la capa de gel se separe de su estructura interior. En casos extremos, la capa interior de material reflectante podría deslaminarse. Los platos de fibra de vidrio pueden ser muy pesados y requieren de soportes sólidos, anclados firmemente en varios puntos. Como en otros tipos de antena, sus secciones deben tener caras y esqueletos compuestos para que formen una parábola verdadera y deben calzar ajustadamente entre sí. Su superficie debe ser suave al tacto.



**Fig. 3.3 Antena de Malla de Acero Perforado.** Esta antena de 2.7m (9 pies) refleja las microondas con precisión y es atractiva estéticamente.

Las antenas de fibra de vidrio tienen las ventajas de ser fáciles de armar, resistentes a la corrosión y durables. La mejor prueba para un plato de fibra de vidrio probablemente consista en su capacidad para mantener la exactitud y solidez estructural a lo largo de un determinado período de tiempo al aire libre.

La superficie del plato debe estar acabada de manera que no exista el peligro de quemar el alimentador y el LNA al reflejar y concentrar los rayos solares. Se pueden usar pinturas oscuras o mate, pues difunden la luz. Incluso las superficies de malla rodadas o las de fibra de vidrio son lo suficientemente lisas como para ocasionar problemas, si no se las pinta adecuadamente.

### 3.1.3.1. Geometría.

El contorno de la superficie reflectora se basa en la ecuación de la siguiente parábola:

$$y^2 = 4F x$$

donde  $F$  es la distancia focal y  $x$  la coordenada a lo largo del eje del paraboloide.

El contorno de la superficie parabólica satisface el requisito de que toda la energía radiada por el alimentador en el punto focal del reflector parabólico y reflejada por la superficie parabólica debe formar un frente de onda plano en concordancia de fase en toda la abertura del reflector parabólico. En otras palabras, la longitud de los trayectos  $ABC$ ,  $ADE$  y  $AFG$  es la misma, tal como lo ilustra la figura.

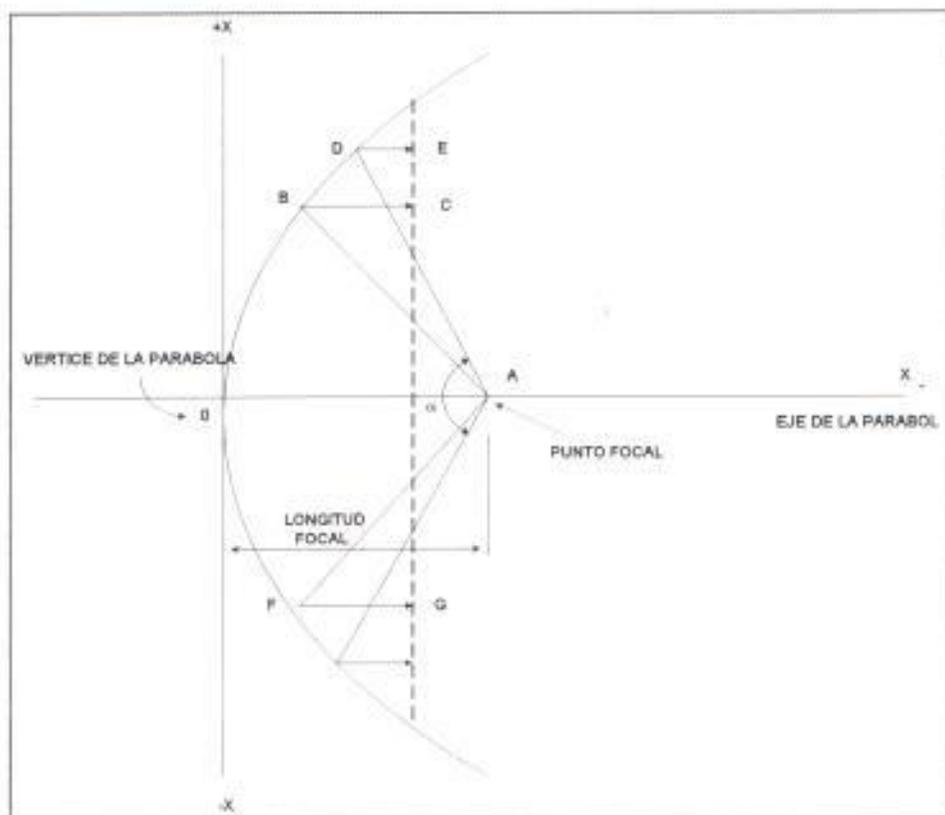


Fig. 3.4

Otro método para determinar el perfil del reflector consiste en utilizar la relación  $F/d$ , donde  $F$  es la distancia focal medida a lo largo de la directriz, del vértice al foco, y  $d$  es el diámetro del reflector, expresándose ambas dimensiones en las mismas unidades. Por lo tanto, una relación  $F/d$  de 0,5 significa que un reflector de 10m tiene una distancia focal de 5m.

### 3.1.3.2. Alimentador.

En teoría, el alimentador es una fuente puntual de energía que ilumina de manera uniforme la superficie parabólica únicamente y que está situada en el foco. En la práctica, el alimentador ocupa un espacio finito y no satisface el diagrama direccional. La energía radiada por el alimentador hacia afuera del reflector produce un "desbordamiento" en los bordes del reflector y crea lóbulos laterales de mayor amplitud. Una solución intermedia sería una reducción de entre 10 y 20 dB en la iluminación en los bordes del reflector en relación con la del vértice, la cual se traduce en una reducción del nivel de los lóbulos laterales y de las pérdidas por desbordamiento a expensas de la ganancia. El alimentador de la antena de la estación terrena consiste generalmente en una bocina.

Los alimentadores tienen la importante función de iluminar el plato y captar tanto como sea posible de la señal recibida. Es crítico que se escoja el alimentador adecuado para cada razón  $f/D$ . Los platos profundos ( $f/D$  de 0,32 a 0,25) usarán configuraciones de alimentación diferentes a las de los platos bajos.

Los alimentadores bien diseñados y construidos tienen muy bajas pérdidas de inserción, por tanto transmiten la mayor parte de la señal al LNA. Un alimentador bien escogido puede ser un factor determinante de la calidad de la imagen. Su costo es una parte lo suficientemente pequeña del costo total como para justificar la compra de la mejor calidad posible.

La selección de la polaridad se puede lograr mediante rotores mecánicos, dispositivos de ferrita o diodos PIN. Cada uno de ellos tiene sus ventajas y desventajas. Por ejemplo, un dispositivo de ferrita probablemente ofrecerá el mejor funcionamiento en climas muy fríos donde los motores pueden trabarse. Los diodos PIN, por su parte, tienen algunas pérdidas de inserción y no permiten regular el sesgo, lo cual puede no tener mayor importancia en las antenas fijas grandes.

Los sistemas más comunes del alimentador de un reflector parabólico son:

- a) alimentador de foco
- b) alimentador tipo Cassegrain
- c) alimentador tipo Gregorian

tal como se ilustra en la siguiente figura :

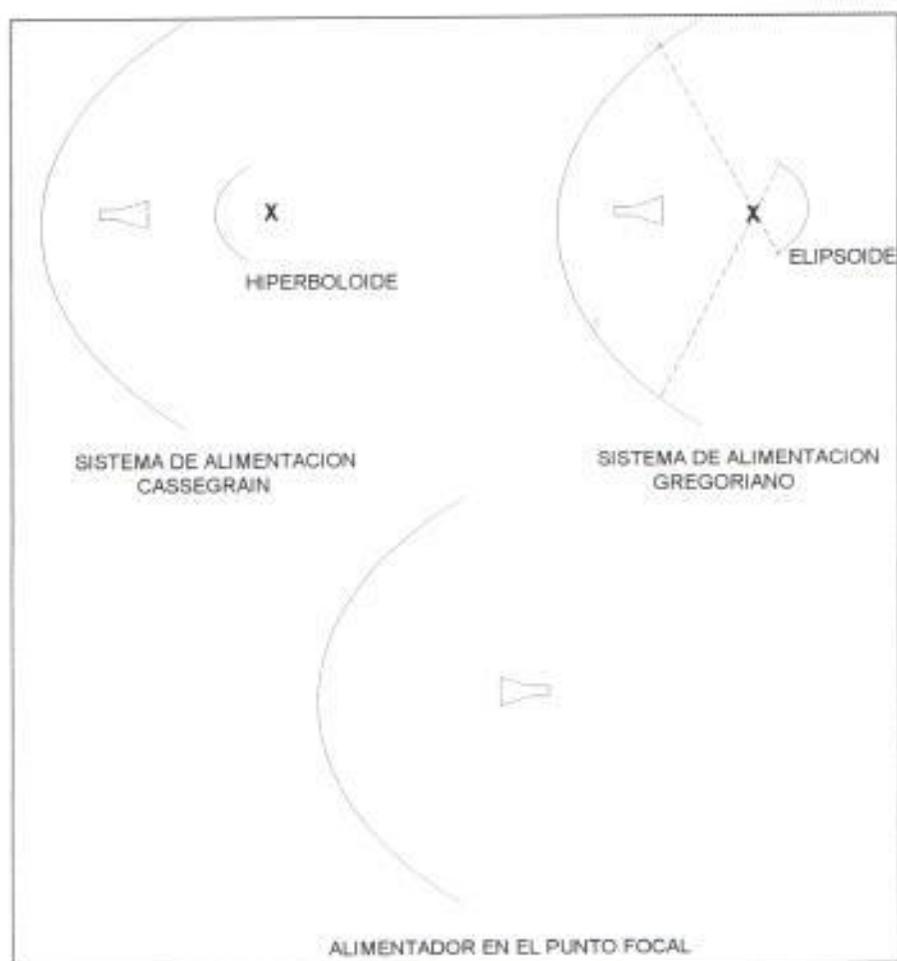


Fig. 3.5

El reflector parabólico con alimentador de foco tiene la ventaja de que el bloqueo de la abertura es reducido y la bocina alimentadora es sencilla y pequeña. Sin embargo, el equipo está ubicado en un lugar sumamente inconveniente, pues necesita largos tramos de guía ondas y/o cable coaxial.

El sistema de alimentador tipo Cassegrain permite ubicar el equipo en un lugar conveniente, pero el subreflector bloquea la abertura y el desbordamiento aumenta los niveles de los lóbulos laterales. El alimentador gregoriano aumenta los niveles

del lóbulo lateral de gran ángulo, particularmente en antenas de reflector pequeño. Sin embargo, la ubicación del alimentador no es tan conveniente para instalar el equipo como la de los sistemas tipo Cassegrain, y el subreflector también produce bloqueo, aunque este se puede eliminar utilizando reflectores de alimentador descentrado. En la siguiente figura se muestran dos de esos sistemas.

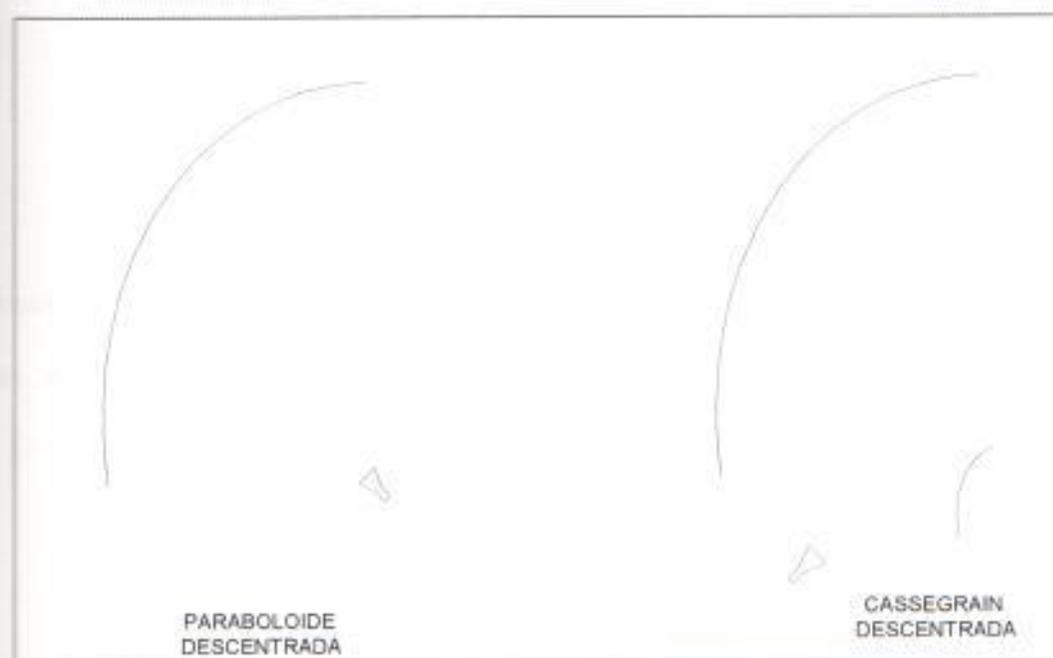


Fig. 3.6

### 3.1.3.3. Ganancia.

La ganancia de potencia en el eje de una antena (con referencia a un radiador isótropo) se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$G = 4\pi A_0 / \lambda^2$$

donde:  $A_0$  es la superficie efectiva proyectada de la abertura

$\lambda$  es la longitud de onda en el espacio libre y

$\pi$  es igual a 3,14159...

Mientras que:

$$A_0 = \eta \pi (d/2)^2$$

donde  $d$  es el diámetro de la antena y  $\eta$  es la eficiencia de la apertura (expresada en

%). Al substituir el valor  $A_0$  de la primera ecuación se obtiene:

$$G = \eta (\pi d / \lambda)^2$$

con referencia a un radiador isótropo.

La ganancia de una antena dipolo de media onda es 1,65 (2,17 dB) y, por consiguiente, la ganancia de una antena con referencia a un dipolo  $\lambda/2$  se obtiene mediante la ecuación:

$$G_{rel} \approx 6\eta (d/\lambda)^2$$

Dado que  $\lambda = c/f$ , donde  $c$  es la velocidad de la luz ( $3 \times 10^8$  m/s) y  $f$  es la frecuencia operativa (en hertzios), queda establecido que la ganancia de la antena es una función del diámetro de la antena, la frecuencia operativa y la eficiencia de la abertura. En el caso de una antena perfecta (en teoría), la eficiencia de la abertura sería del 100%; en la práctica, por lo general se obtienen eficiencias del 55% al 75%. La figura siguiente muestra el trazado de la ganancia en función de los diámetros de la antena, utilizándose la frecuencia y la eficiencia como parámetros.

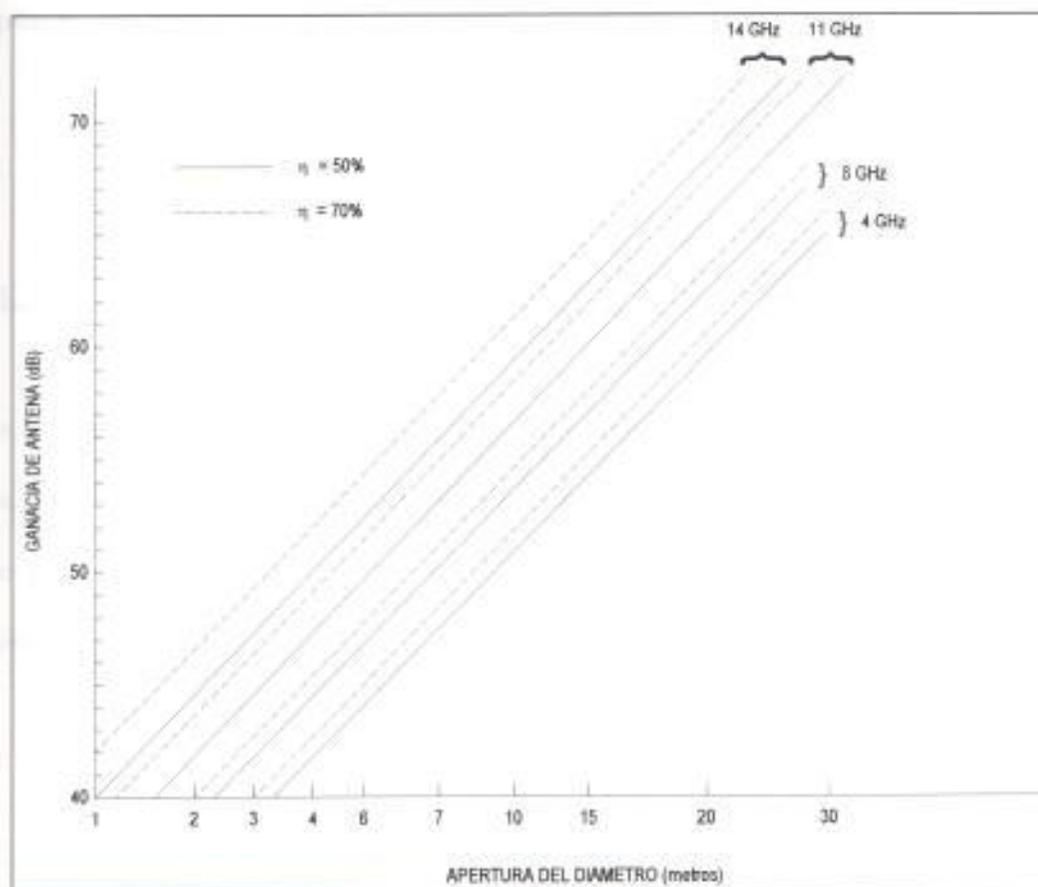


Fig. 3.7

### 3.1.3.4. Anchura de Banda

La antena de reflector parabólico es inherentemente de banda ancha y capaz de transmitir simultáneamente señales tanto en 4 como en 6 GHz o bien en 14/11 GHz. El funcionamiento de la antena a frecuencias no especificadas en el diseño afectará al diagrama direccional del alimentador y dará como resultado una reducción en el rendimiento de la antena debido a la menor eficiencia de iluminación. En consecuencia, las antenas de estación terrena están generalmente optimizadas para trabajar con frecuencias de recepción de 4 ó de 11 GHz.

### 3.1.3.5. Anchura de Haz

La anchura del haz de una antena parabólica se define generalmente con respecto a los puntos de potencia media (-3 dB) del lóbulo principal del diagrama de radiación de la antena (ver la siguiente figura). Esta se obtiene mediante la siguiente aproximación:

$$\theta \text{ (3 dB de anchura del haz)} \approx 21,1/\text{grados } fd$$

donde  $f$  es la frecuencia operativa en GHz y  $d$  corresponde al diámetro de la antena en metros.

Una estación terrena tipo A con una antena de 16m (52 pies) de diámetro tendría, por lo tanto, una anchura de haz de 0,22 grados en 6,0 GHz.

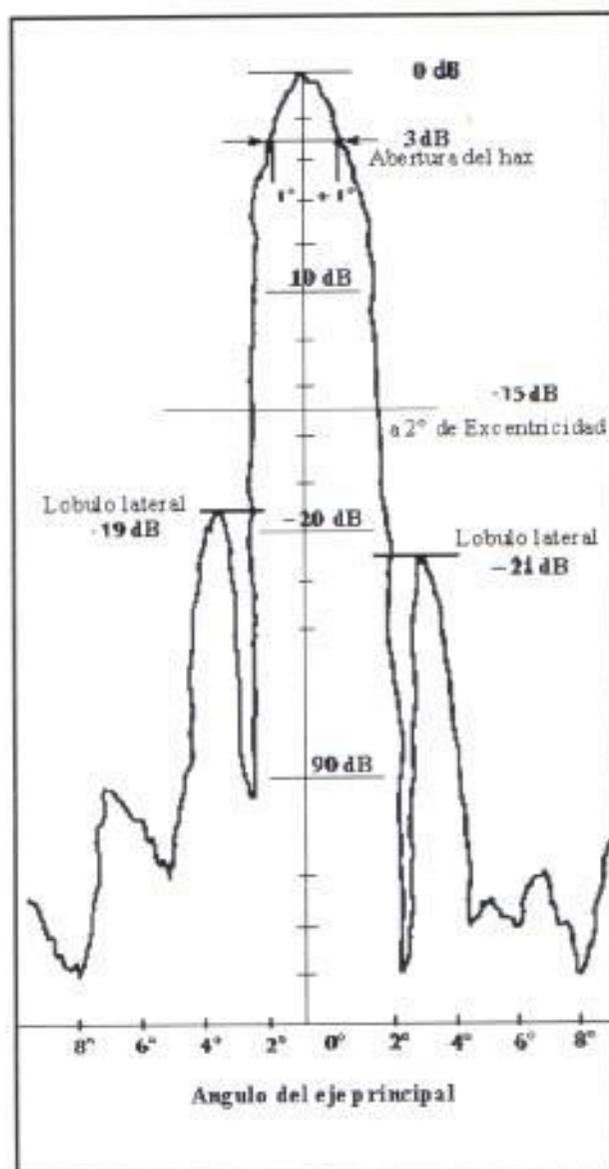


Fig. 3.8 Patrones de lóbulos de la antena. Este gráfico indica los niveles de potencia relativo que un plato típico de 3m (10 pies) detecta fuera de su mira o eje . Mientras más alta y angosta sea la porción central con respecto a los lóbulos laterales , tanto mejor podrá una antena apuntar hacia un punto preciso en el espacio. En este caso, la apertura del haz de 3dB es de 2°, y los lóbulos laterales quedan a 3 grados a cada lado del eje central. Las señales que ingresan a 2° están reducidas 15dB con respecto a las recibidas a lo largo de la mira.

### 3.1.3.6. Consideraciones Estructurales.

La ganancia elevada y la anchura de haz reducida de una antena de 10mts. de diámetro exigen una estructura de soporte rígida a fin de impedir la inclinación y torsión excesivas en condiciones estáticas o con el empuje del viento.

Además del diámetro y la frecuencia, la exactitud de la superficie del reflector de una antena afecta a su funcionamiento. La exactitud de la superficie del reflector se define de ordinario en términos de la relación  $e/d$ , siendo  $e$  la tolerancia eficaz de la superficie con referencia a la superficie teóricamente mejor conformada y  $d$  el diámetro de la antena. Al haber vientos constantes con una velocidad de 50 km./h. con ráfagas de hasta 74 km./h, la  $e/d$  es generalmente inferior o igual a  $4 \times 10^{-5}$ ; en el caso de vientos constantes de 75 km./h. con ráfagas de hasta 100km/h, la  $e/d$  deberá ser inferior o igual a  $6 \times 10^{-5}$ . En el caso de una antena de 16mts. de diámetro y un empuje continuo del viento a 50 km./h, el error eficaz máximo admisible en la superficie sería de 0,064cm.

La inexactitud de la superficie produce una pérdida de ganancia. Si se supone que los errores se distribuyen sobre la abertura de una manera aleatoria con un gran número de regiones no correlacionadas en la abertura, la pérdida de ganancia podría expresarse mediante la ecuación siguiente:

$$\text{pérdida de ganancia} = \exp(-4\pi e/\lambda)^2 \text{ dB}$$

$$\text{pérdida de ganancia} = -0,762(ef)^2 \text{ dB}$$

siendo  $e$  el error eficaz de superficie (en centímetros) y  $f$  la frecuencia (en GHz). Por lo tanto, en el caso de  $e = 0,12$  cm y  $f = 6$  GHz, la pérdida de ganancia debida a la inexactitud de la superficie, con un empuje del viento a razón de 50 km./h, sería alrededor de 0,4 dB. Las grandes dimensiones y peso de dicha estructura, y la necesidad de mantener la exactitud del contorno de la superficie en condiciones estáticas y dinámicas presentan, en consecuencia, un serio problema de diseño para el Ingeniero de Estructuras.

### 3.1.3.7. Antena Cassegrain.

La antena Cassegrain es la que más se utiliza en las comunicaciones por satélite y constituye especialmente una variación del reflector parabólico. La antena básica de reflector parabólico tiene el inconveniente de que las secciones de guía ondas que van del alimentador al transmisor/receptor conexo son demasiado largas y además sufre desbordamientos en los bordes del reflector. Ambos factores degradan el rendimiento del sistema. En la figura siguiente se ilustra la configuración de la antena Cassegrain, que permite utilizar una sección de guía-onda muy corta hasta el amplificador de bajo ruido (LNA). Esto reduce las pérdidas en el guía-onda y, en

consecuencia, la degradación por temperatura de ruido del sistema receptor, lo que por último viene a aumentar el coeficiente de calidad ( $G/T$ ) de la antena.

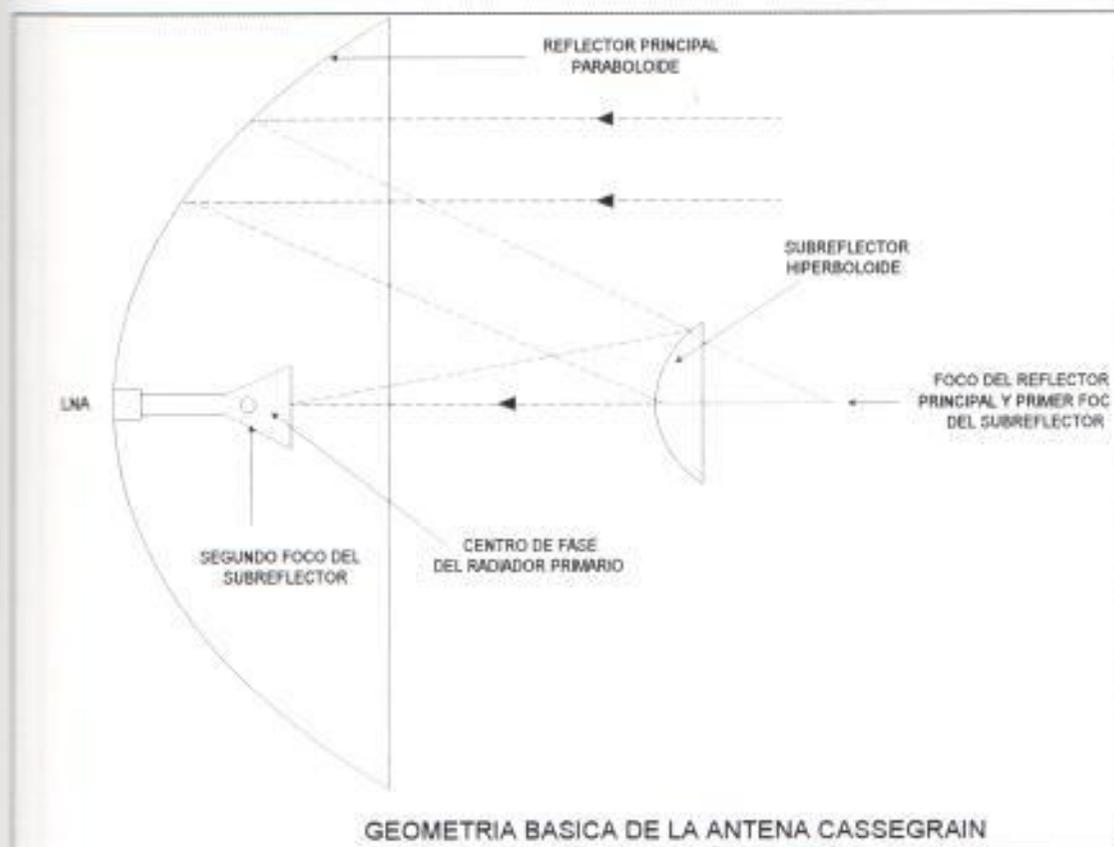


Fig. 3.9

El reflector principal es parabólico, pero está iluminado por la energía que refleja la superficie del subreflector hiperbólico a fin de producir un frente de onda en concordancia de fase en la abertura del reflector principal. La bocina alimentadora puede estar montada como se mostró en la figura anterior (alimentación en el vértice), o puede utilizarse con un sistema alimentador de espejos, más conocido como alimentador de guía-onda del haz, como se ilustra en la siguiente figura. La

ganancia y eficiencia de la antena Cassegrain son similares a las que se obtienen con la antena básica de reflector parabólico.

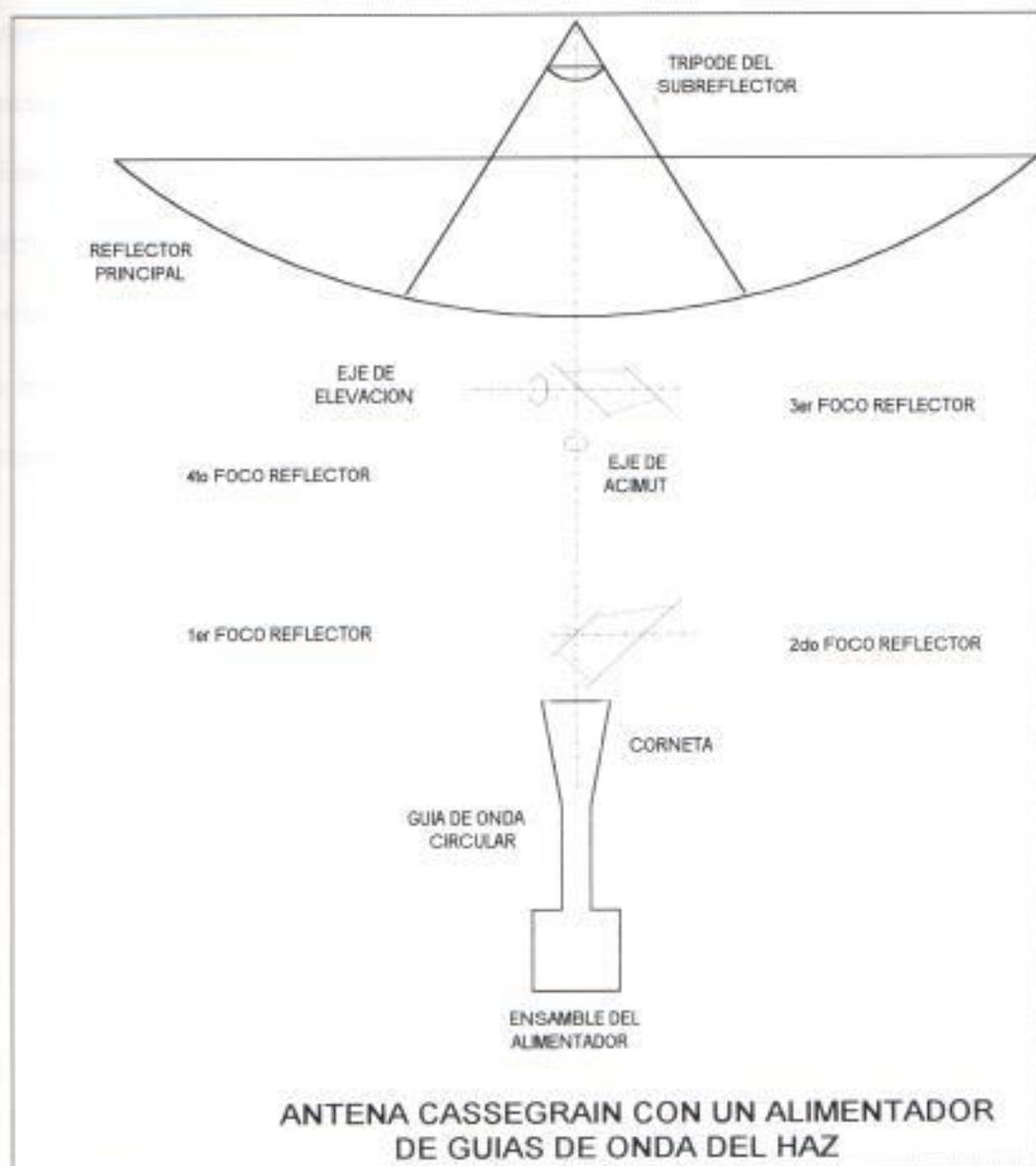


Fig. 3.10

El desbordamiento de la antena Cassegrain se produce desde los bordes del subreflector principalmente hacia adelante, en vez de a partir de los bordes del

reflector principal, lo cual tiene como ventaja la reducción de la amplitud de los glóbulos laterales, que de otro modo iluminarían el suelo al recibir señales de un satélite geoestacionario aumentando de este modo la temperatura de ruido de la antena. El subreflector de la antena Cassegrain de alimentación descentrada se encuentra montado cerca de la base de la abertura del reflector principal, y el alimentador se proyecta a través del reflector principal. El subreflector y la estructura de soporte se encuentran fuera del campo radiante del reflector principal, evitando así las pérdidas por sombra. Si bien tiene un centro de gravedad más bajo, la temperatura de ruido de la antena es más elevada. En la siguiente figura se muestra la configuración de ésta antena .

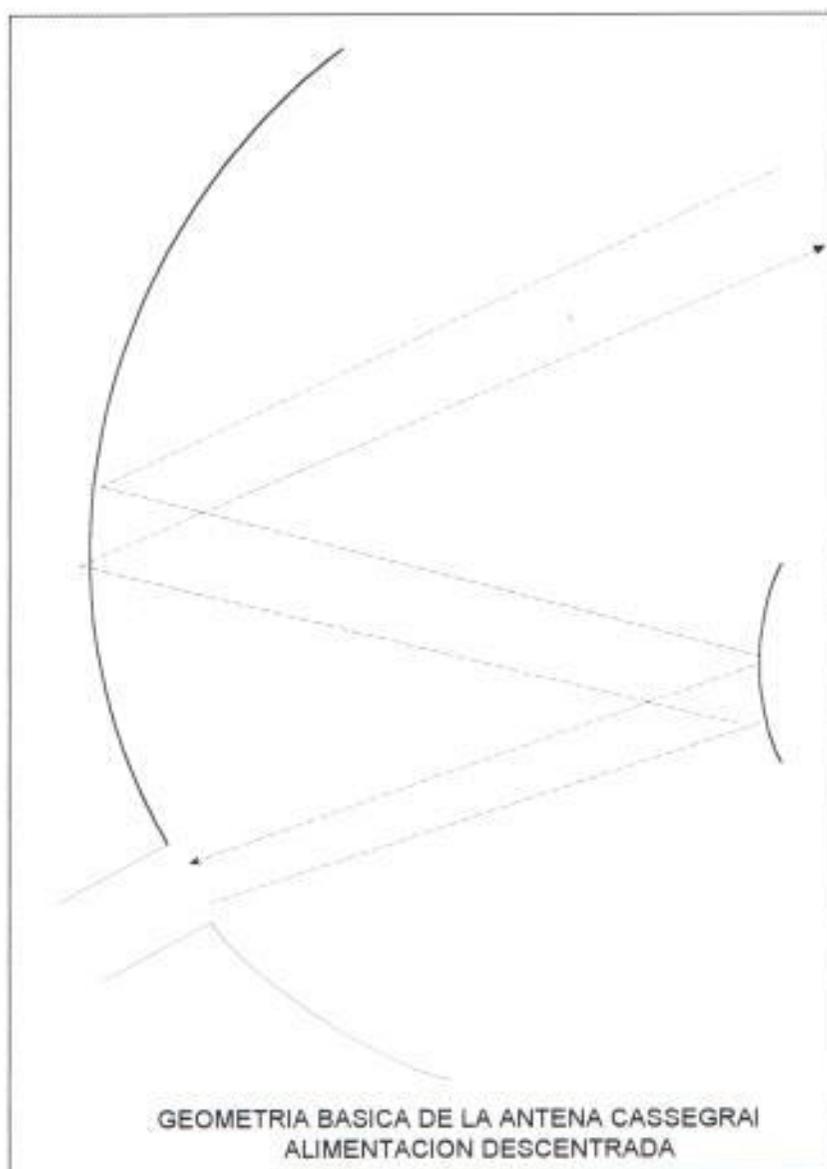


Fig. 3.11

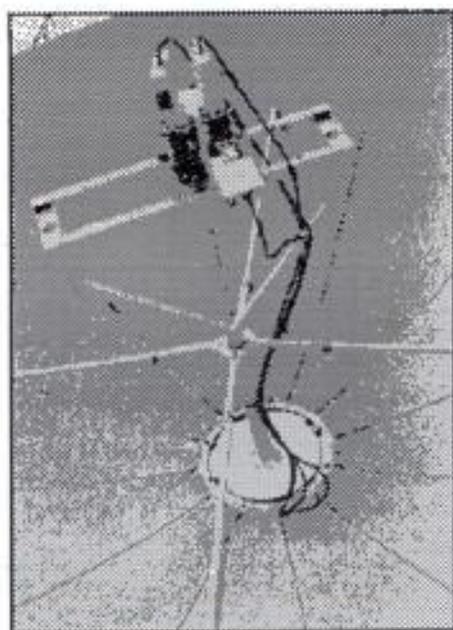


Fig. 3.12 Sistema de Alimentación Múltiple. Este plato usa 4 LNA unidos a 2 alimentadores dobles. Estos alimentadores pueden regularse para que detecten simultáneamente a dos satélites separados por ángulos de hasta 12 grados.

### 3.1.4. Los amplificadores LNA, LNB Y LNC

Los LNA son las piezas más complejas de una estación terrestre y, a menudo las más confiables. La temperatura de ruido del LNA debe ser lo suficientemente baja como para entregar una imagen de buena calidad. Se necesita un LNA que tenga una ganancia de por lo menos 40 decibeles. Pero la compra, por un poco más, de uno de 50

decibeles constituye una buena garantía contra tendidos de cable muy largos. Un LNA es más flexible que un LNB o un LNC. En caso de algún daño, es fácil reemplazar un LNA por otro con igual temperatura de ruido.

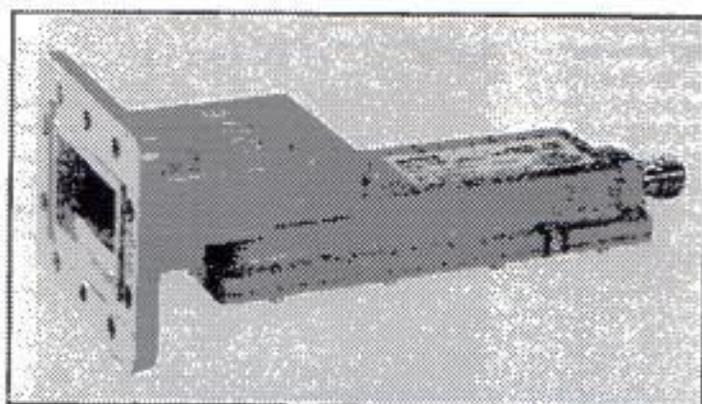


Fig. 3.13 LNA Drake. Hay fabricantes que ofrecen los LNA con una gama de diferentes temperaturas de ruido.

Los LNB están siendo usados cada vez más. Un LNB es la mejor alternativa cuando se necesita una selección independiente de canales para múltiples receptores, pues permite diseñar un sistema simple y de bajo costo. Ya que los LNB transmiten una IF más alta que la de 70 MHz., generalmente usada, habrá que usar cable con pérdidas menores en los tendidos largos. Los LNB tienen una desventaja importante. Debido a que el LNA y el primer convertidor vienen en una sola caja, sólo hay tres puntos en los que se pueden introducir filtros de paso de banda. Un filtro de paso de banda de microondas puede insertarse entre la salida del alimentador y la entrada del LNB. Los filtros de muesca, uno por cada portadora comprendida, pueden insertarse entre la salida del LNB y el receptor, o bien se pueden colocar filtros en el circuito final de la IF del receptor.

Los LNC no se usan casi nunca. Estos amplificadores se parecen a los LNA en cuanto a que no son adecuados para la selección independiente de un canal en receptores múltiples y son susceptibles al desplazamiento de canales al estar expuestos a los rigores climáticos. Los LNC también son más caros de reemplazar que los LNA. Los LNB son más fáciles de instalar que los LNA y los LNC. Se necesita sólo un cable RG-6 o RG-59.



Fig. 3. 14 Convertidores en Bloque de Bajo Ruido. Externamente no se pueden notar las diferencias entre un LNA y un LNB, con la excepción de que generalmente, la salida es un conector F, en lugar de un conector N.

### 3.1.5. Receptores y Convertidores descendentes.

A veces parece que la variedad de receptores disponibles es tan grande como el número de vendedores que los ofrecen. Y cada marca tiene una apariencia distinta y a veces características diferentes. El primer paso en la elección del receptor está dictado por la

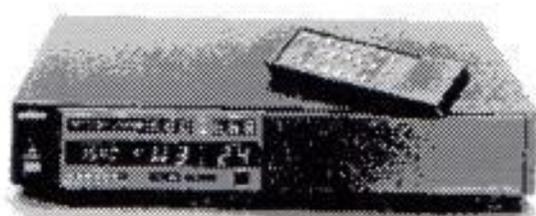
elección del LNA, LNB o LNC, ya que éstos deben ser compatibles con el receptor. Después de este paso, toca juzgar la calidad de imagen.

La calidad del vídeo puede variar mucho de un receptor a otro. Algunos producirán imágenes saltonas, parpadeantes o granosas. Estas características son producto del diseño electrónico del receptor. Si para lograr un umbral bajo se usa el método poco aconsejable de reducir la amplitud de banda, a menudo se obtienen imágenes con menos "chispas" pero también con menor resolución y con colores borrosos. Los receptores con sincronización de fase (PLL) normalmente tendrán umbrales más bajos que los receptores con línea coaxial retardadora; sin embargo, en algunos casos extremos al usar PLL, es posible que las escenas de colores brillantes de alto contraste se rayen o desgaren. Pero por otra parte, cuando se usan antenas subdimensionadas, los receptores PLL pueden tener umbrales 1 a 2 dB más bajos que los de líneas coaxiales de retardo, y por ende, imágenes mejores.

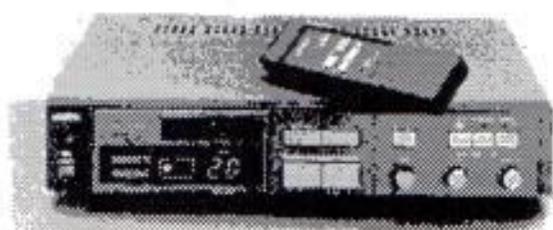
La calidad de audio también puede variar. Debería ser fácil sintonizar el audio a lo largo de toda la gama entre 5 y 8,5 MHz... No deberían escucharse zumbidos o asperezas con imágenes de pantalla brillantes de los transmisores-respondedores más decibeles. Pruebe la calidad de vídeo y de audio en transmisores-respondedores que estén cargados con subportadoras de audio. Si la potencia de señal es adecuada, cada subportadora de audio debe ser escuchada clara y nítidamente.

Los receptores también difieren en la manera de sintonizar los diferentes canales. Una sintonización variable continua puede ser rápida, pero también puede ser fastidiosamente imprecisa y puede ser difícil saber qué canal se ha escogido. Algunos receptores tienen un botón de selección de polaridad par/impar. Esto evita que el polarizador oscile rápidamente, de una a otra posición al rastrear los canales en su orden natural de 1, 2, 3, 4, etc.

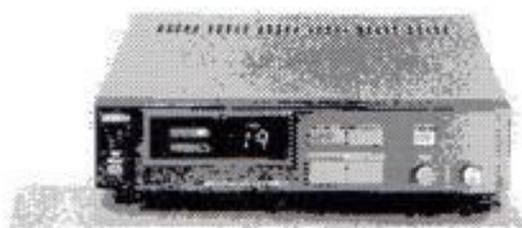
Si se desea un control remoto para el receptor maestro, éste deberá tener las cinco funciones principales: selección de canal; sintonización fina; selección de audio; control de volumen; y selección de polarización. De faltar cualquiera de estas funciones, el usuario tendría que acercarse al receptor para modificarla, con lo cual se anularía la ventaja del control remoto. Algunas de estas funciones pueden ser seleccionadas automáticamente por el receptor.



UST 7000



DST 6000



UST 5000

Fig. 3.15 Receptores de Video Uniden. Los tres receptores que se muestran son de conversión en bloque y tienen una IF de 950 a 1450 Mhz. El modelo 6000 incorpora un procesador estéreo; el 7000 incorpora además un actuador de antena.

### **3.1.6. Procesadores de Estéreo**

Los procesadores de estéreo, ya sea que estén incorporados en el receptor o sean separados, deben poder manejar a lo menos los dos formatos de estéreo de mayor aceptación: discreto y de matriz. La separación entre canales debe ser clara y definida y la calidad de audio debe ser fuerte y limpia, sin golpeteo o estática. Hay dos maneras de sintonizar canales de audio. La primera usa un circuito de sintonización continuo, como un potenciómetro. La segunda, más precisa, es por sintetización de voltaje. Se programa una memoria con todos los canales de audio, y se los selecciona presionando un botón, la selección se muestra en un pequeño visor digital.

### **3.1.7. Monitores de Televisión**

Los monitores de televisión aceptan señales de audio y vídeo crudas de un receptor de satélites y prescinden del paso intermedio de su modulación. Como resultado, la calidad de imagen que se obtiene es menor que la de los televisores convencionales. Un monitor de buena calidad puede ser muy útil a un distribuidor de equipos para satélite, tanto como instrumento de instalación, como para demostrar lo bien que se pueden recibir las transmisiones vía satélite.

### 3.2. ¿Cómo configurar el sistema? (Análisis de los enlaces)

La determinación del tamaño del plato y de la temperatura de ruido del LNA depende de dos factores: del umbral del receptor de vídeo, y de la potencia irradiada isotrópica efectiva (EIRP) de la señal del satélite. Para tener los elementos de juicio necesarios al respecto, hay que hacer un análisis de los enlaces que consiste en analizar los niveles de potencia irradiada por un satélite, la ganancia del plato y la temperatura de ruido del sistema total.

Primero, se usan los mapas de pisada para establecer el EIRP o potencia de la señal recibida en una localidad. Luego, el análisis debe tomar en cuenta el debilitamiento de éstas ondas dirigidas a la Tierra a medida que se difunden en el espacio, y que son parcialmente absorbidas por la atmósfera. La antena receptora capta y concentra estas señales de acuerdo con su ganancia. La labor de detectar las señales del satélite se hace más difícil mientras más alta sea la temperatura de ruido del sistema, lo que está determinado en gran medida por la temperatura de ruido de la antena y del LNA.

En forma muy simple las ecuaciones de enlace son las siguientes:

Razón de la potencia portadora a ruido que llega al receptor es igual al EIRP, o potencia de la señal que emite el satélite más la Ganancia,  $G$ , o capacidad de concentración de la antena menos las Pérdidas por absorción atmosférica y por difusión en el espacio menos Ruido introducido por la antena, el LNA y otros elementos del sistema

O en forma abreviada:

$$C/N = \text{EIRP} - \text{Pérdidas en el trayecto} + G - 10 \log T - 10 \log B + 228,6$$

El valor de  $G/T$  nos indica el diámetro de plato y ruido de LNA mínimos que se deben emplear. Así, como era de esperarse, cada eslabón de la cadena de transmisión vía satélite ayuda a determinar los requisitos de los demás eslabones.

El EIRP se determina fácilmente leyendo un mapa de pisada. Las pérdidas en el trayecto miden cuánto de la señal se dispersa en el espacio y cuánto es absorbido por la atmósfera. La absorción atmosférica aumenta con la latitud de la instalación, ya que para ver el arco geosincrónico, los platos de las instalaciones más cercanas a los polos, tienen que enfocarse en un ángulo más pronunciado a través de capas atmosféricas más gruesas.

Por supuesto, la pérdida en el trayecto aumenta durante las tormentas de lluvia, ya que el agua absorberá las microondas. Esto es especialmente importante en las transmisiones en la banda Ku, de frecuencia más alta.

Un valor típico de pérdidas en el trayecto es de 196,3 dB, o sea de ¡ 40 billones de billones ! Los satélites están a una distancia de aproximadamente 36.000 Km. en el espacio y la mayoría de sus transmisores-respondedores tienen potencias de sólo entre 5 y 8 vatios.

Por ello es que los sistemas receptores son tan sensibles al ruido ambiental y al de los equipos electrónicos como el LNA.

### 3.2.1. Temperatura de ruido del sistema.

La temperatura de ruido del sistema es la medida de cuánto ruido es agregado a una señal de satélite por los componentes de una estación terrestre. Incluye el ruido captado por la antena, así como el aportado por el LNA, los tendidos de cable, y los demás dispositivos electrónicos incluyendo el convertidor descendente y el receptor.

En la mayoría de las aplicaciones de microondas terrestres, el ruido captado por la antena es muy pequeño si se compara con el aportado por el equipo electrónico. Esto se debe a que los niveles de potencia de señal son relativamente altos. Sin embargo, las transmisiones vía satélite se reciben a una potencia mucho menor y son susceptibles al ruido proveniente de dos fuentes: el galáctico, o ruido del espacio exterior, y el de la radiación del calor de la tierra. El ruido galáctico, generalmente de 4 K, representa la muy baja temperatura del espacio profundo.

El ruido aportado por el calor terrestre es "visto" por un plato a través de sus lóbulos laterales. La cantidad de ruido detectado depende de los patrones de los lóbulos

laterales, y del ángulo de elevación. Mientras más bajo apunte el plato, más verá de la Tierra. Asimismo, un plato de mejor calidad captará menos ruido.

El ruido aportado por el LNA es la temperatura de ruido del LNA. Así, una LNA de 85 K contribuye 85 K de ruido a la estación terrestre.

Los demás elementos: los cables, el reductor y el receptor, aportan muy poco ruido comparativamente. Esto es porque el LNA no sólo amplifica la señal, sino también el ruido captado por el plato y el LNA. La potencia amplificada por el LNA es tanto más grande que la que contribuida más adelante por el sistema que ésta última resulta comparativamente insignificante. Generalmente no contribuye más de un total de 5 K de temperatura de ruido adicional si se usa un LNA de 40 dB o hasta tan poco como 0,5 K si se usa una unidad de 50 dB.

### **3.2.2. Tamaño mínimo del plato.**

Sería fantástico si bastara con asomar un plato de 60 cm (2 pies) en la ventana para poder captar TV vía satélite en la banda C. Desgraciadamente, ello no es posible todavía porque la potencia C/N que llegaría al receptor quedaría por debajo de su umbral (y el ancho de haz sería tan grande que captaría cinco satélites a la vez). Las ecuaciones de enlace nos permiten calcular los tamaños de plato mínimos que un sistema receptor debe usar.

Si en la ecuación C/N damos el valor típico de -196,3 dB a las pérdidas en el trayecto y consideramos una amplitud de banda de 28 MHz., encontraremos que:

$$C/N = EIRP + G - 10 \log T - 41,68$$

Por ello, la cifra de mérito del conjunto plato/alimentador/LNA, o sea el G/T, que aquí se da como  $G - 10 \log T$ , depende de las temperaturas de ruido del plato y del LNA. Así es que T es la suma de estas dos temperaturas.

Por ejemplo, supongamos que un plato de 3 m (10 pies) con 40 dB de ganancia y un aporte de ruido de 36 K, se usa en conjunto con un LNA de 90 K. G/T quedaría dado por:

$$G/T = 40 - 10 \log (90 + 36) = 19,0 \text{ dB}$$

Así es que si encontramos que el EIRP es de 34 dB en ese lugar, entonces:

$$C/N = 34 + 19,0 - 41,68 = 11,32 \text{ dB}$$

Ya que en su mayoría los receptores tienen umbrales por debajo de 8,5 dB, ésta combinación de un plato de 3 mts. (10 pies) con un LNA de 90 K, con un C/N de 11,32 dB, es más que suficiente para producir una imagen de calidad.

¿Qué pasaría si se usara un plato de 1,8 m (6 pies) con un LNA de 90 K, o con uno de 65 K? Las ecuaciones de enlace muestran que la C/N aumenta más rápidamente con el diámetro del plato. La reducción de la temperatura de ruido del LNA también ayuda a aumentar la potencia que llega al receptor, pero en una proporción menor. Asimismo, un aumento de ganancia del LNA ayuda hasta aproximadamente 40 dB, pero a partir de los 50 dB es muy poco lo que se logra afectar a la C/N.

Por ejemplo, supongamos que el EIRP es de 34 dB, la amplitud de la banda de 28 MHz... y que una antena con 60% de eficiencia contribuye unos 36 K de ruido adicional. Si usamos el análisis de enlace, así como los valores de ganancia en la tabla 2-2, podemos construir la tabla 3-3.

Tabla 3-3. Variación del C/N con el Tamaño del Plato y la Temperatura del LNA

| Ganancia de<br>la Antena (dB) | (diámetro) | Temperatura de Ruido del LNA |       |       |       |       |
|-------------------------------|------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                               |            | 65                           | 75    | 85    | 90    | 100   |
| 35,54                         | 6 (pies)   | 7.82                         | 7.41  | 7.03  | 6.86  | 6.52  |
| 36,88                         | 7 (pies)   | 9.16                         | 8.75  | 8.37  | 8.20  | 7.86  |
| 38,04                         | 8 (pies)   | 10.32                        | 9.91  | 9.53  | 9.36  | 9.02  |
| 39,06                         | 9 (pies)   | 11.34                        | 10.93 | 10.55 | 10.38 | 10.04 |
| 39,98                         | 10 (pies)  | 12.26                        | 11.85 | 11.47 | 11.30 | 10.96 |
| 41,18                         | 12 (pies)  | 13.46                        | 13.05 | 12.67 | 12.50 | 12.16 |
| 43,68                         | 16 (pies)  | 15.96                        | 15.55 | 15.17 | 15.00 | 14.66 |

Así, un plato de 2,1 m (7 pies) con un LNA de 65 K, tendrá un C/N mayor que uno de 2,4 m (8 pies) con un LNA de 100 K y por ende se desempeñará mejor. Es evidente que hasta cierto punto se puede compensar el tamaño del plato con la temperatura de ruido del LNA. Pero es importante entender que es el tamaño del plato lo que afecta más directamente a la G/T. Por ejemplo, una antena de 4,8 m (16 pies) que funciona con un LNA de 100 K, tiene un rendimiento de 3,3 dB superior al de una de 2,7 m (9 pies) con un LNA de 5 K. Esto es una mejora de más del 100%.

Además, conviene recordar dos hechos. Primero, esto no considera que las antenas más pequeñas tienen haces más anchos y patrones de lóbulos laterales diferentes. Podría ser un error el aceptar que tienen la misma temperatura de ruido de plato, especialmente si éste es pequeño y de mala calidad. Asimismo, los platos más profundos tienden a tener temperaturas de ruido menores que las de los más bajos.

Segundo, si se usa un receptor con un umbral de 8,0 dB, entonces un C/N de 8,0 dB será escasamente suficiente y a menudo se presentarán "chispas". Lo mejor es dar al diseño del sistema un margen de seguridad de 1 a 2 decibeles, de modo que en caso de una tormenta de lluvia, la imagen no se ahogue en una nevazón de chispas. Asimismo, sin un margen de seguridad suficiente, la imagen se deteriorará con el envejecimiento y pérdida de potencia de los satélites.

Entonces, ¿cuál es el tamaño mínimo del plato que se puede usar? La decisión final se toma conociendo el EIRP mínimo que será captado en el lugar, el umbral del receptor de

vídeo y el margen de seguridad a emplear. La decisión también se verá afectada por factores tales como el costo relativo de la disminución del tamaño del plato en comparación con la de la temperatura de ruido del LNA, así como por juicios estéticos y por las limitaciones impuestas por el sitio al tamaño o tipo de plato. Por supuesto, en iguales condiciones, un plato de alta calidad se desempeñará mejor que uno ordinario del mismo tamaño.

Se puede usar un plato pequeño si se reduce la amplitud de banda del receptor. Al reducir la amplitud de banda del receptor la cantidad de ruido que se capta disminuye, con lo que aumenta la C/N. Sin embargo, esto afecta a la fidelidad de la imagen.

### **3.2.3. ¿Por qué se necesita un margen de seguridad?**

El concepto de un margen de seguridad es muy sencillo. Si el umbral del receptor es de 8,0 dB y el sistema de satélite está diseñado para entregar 8,0 dB con tiempo bueno, ¿qué pasará cuando haya un viento fuerte? La desviación del plato fuera de su eje de mira puede producir pérdida de la señal así como deterioro de la imagen. También, durante una lluvia torrencial, con la absorción de las microondas por la lluvia, se pueden perder hasta 0,5 dB en las frecuencias más altas. Ello producirá una ráfaga de chispas en la pantalla. Lo mismo puede ocurrir al envejecer un satélite cuando sus transmisores-respondedores se debiliten y el EIRP decaiga, o a medida que un plato, o su soporte, cedan y dejen de apuntar tan precisamente.

### 3.3. Susceptibilidad a las Interferencias Terrestres.

La interferencia terrestre conocida como TI, se produce cuando un sistema de TV vía satélite capta señales no deseadas procedentes de la Tierra. El efecto de ésta puede ir desde unas pocas chispas a una pérdida total de la imagen. Algunas formas de TI pueden ser evitadas o corregidas pero una interferencia fuerte puede arruinar completamente la recepción de una transmisión vía satélite.

La manera más razonable de combatir la TI es mediante una estrategia doble. Primero evitarla por medio de una selección acertada del equipo y de la ubicación de la antena. Si esto falla, suprimirla mediante una combinación de filtros y de pantallas artificiales.



Fig. 3.16 LNA con Filtro de Paso de Banda Incorporado. Este gráfico muestra cómo un filtro de paso de banda rechaza las frecuencias fuera de la gama de la banda C de satélites.

### **3.3.1. Fuentes de TI**

La interferencia en cualquier punto de un sistema de recepción de TV vía satélite, de cualquier señal que comparta la misma banda de frecuencias que se está usando puede ser motivo de problemas. Esto se extiende desde la banda C de microondas o frecuencias más altas, hasta las gamas de frecuencias más bajas de audio y de la señal de base de vídeo. Así, las imágenes se pueden deteriorar si una señal no deseada de 70 MHz... se filtra en un receptor que se encuentre procesando canales de satélite en la misma frecuencia. O por ejemplo, si algún transmisor cercano transmite en 980 MHz..., podría afectar a un reductor en bloque que opere entre 950 y 1450 Mhz..

La banda de interferencia potencial se puede separar en dos segmentos; la banda de interferencias de entrada, de menos de 1 GHz; y la banda de interferencias de antena, desde 1 GHz hasta unos 8 GHz. La diferencia entre estas dos bandas radica en que las frecuencias más bajas no pueden entrar por vía de la antena/alimentador/LNA, mientras que esto es posible para las señales de microonda de la gama entre 1 y 8 GHz.

### **3.3.2. La banda de interferencia de entrada.**

La entrada de TI inferior a 300 MHz.. se producirá probablemente a través del equipo mal conectado entre sí o a tierra. Por ejemplo, es posible captar una estación de TV local además de la señal de TV vía satélite si alguna conexión a tierra queda suelta o mal acoplada. Encima de los 300 MHz..., los largos de onda son lo suficientemente cortos

como para que las señales puedan filtrarse por resquicios o a través de cajas mal blindadas.

Generalmente resulta fácil corregir este tipo de interferencia: conectando los cables a masa correctamente, usando filtros de enchufe de pared, sellando las interconexiones del equipo y cerrando las aberturas innecesarias del equipo metálico. Esta interferencia produce en todos los canales vía satélite la misma falla característica de la imagen o un zumbido del audio y por consiguiente es fácil de reconocer.

### **3.3.3. La banda de interferencia de antena.**

Mientras que la interferencia de entrada generalmente se produce porque la instalación del sistema no es "perfecta", la que entra por la puerta principal al plato puede ocurrir hasta en el sistema mejor instalado. La banda de interferencia de antena se puede subdividir en dos regiones diferentes: la TI "en banda centrada" entre 3,7 y 4,2 GHz, y la TI "fuera de banda" que va desde 1 hasta 8 GHz pero excluye las frecuencias de la banda.

Casi siempre, la fuente de la TI en banda son las estaciones repetidoras terrestres de las Empresas de Telecomunicaciones que comparten la banda C con las transmisiones vía satélite. Estas empresas cobran por transmitir, voz, vídeo o datos por medio de las

familiares antenas de microondas ubicadas a través de los países. En los EE.UU. las más conocidas son AT&T, Sprint, MCI y Allnet.

Cada antena de una estación repetidora puede llevar hasta 6 frecuencias diferentes con polarización vertical u horizontal. Y cada torre puede tener múltiples antenas. En algunas áreas sólo se usa una frecuencia; en otras, el uso de los 25 canales comerciales posibles puede ocasionar serios problemas a la recepción de transmisiones de TV vía satélite.

Las transmisiones comerciales generalmente usan señales que abarcan de 3 a 5 MHz... alrededor de su centro. Estas transmisiones de banda angosta, típicamente usadas para transmisiones telefónicas, a menudo pueden ser fácilmente "eliminadas" de la señal vista por un receptor de satélites. Sin embargo, se están haciendo cada vez más frecuentes los formatos de banda ancha, usados para enlaces de teleconferencias y para redes de servicio de datos. Tales transmisiones, con anchos de banda de entre 5 y 30 MHz., interfieren seriamente a las transmisiones vía satélite y no pueden ser eliminadas con filtros de muesca sin dañar severamente la información de la imagen. Para superar ésta interferencia, se necesitan métodos más sofisticados y costosos de "cancelación de fase".

Las frecuencias portadoras de las TI de fuera de banda quedan en la banda de 1 a 8 GHz. La mayoría de las TI de fuera de banda están concentradas en cuatro bandas de comunicación principales.

|                   |   |
|-------------------|---|
| 1.990 a 2.110 GHz | Transmisiones desde los estudios de TV a las estaciones de repetidoras y entre áreas metropolitanas.                          |
| 2.110 a 2.180 GHz | Bandas comerciales de transmisión de datos  |
| 6.425 a 6.525 GHz |   |
| 5.925 a 6.425 GHz | Satélites fijos para transmitir a las estaciones ascendentes los programas de origen remoto para su transmisión vía satélite. |

TABLA 3-5. FUENTES PRINCIPALES DE TI FUERA DE BANDA

### 3.3.4. Efecto de la TI en la TV vía satélite.

La TI fuera de banda ejerce efectos característicos en la recepción de TV vía satélite. Puede hacer que todos los canales sean "malos" o puede manifestarse como un grupo continuo de canales "malos" y "buenos" desde cualquiera de los extremos de la banda al otro. En éste caso, una señal interferente fuera de banda afectaría a aquellos canales de satélite de frecuencia más cercana. Así por ejemplo, si un plato captara y transmitiera al receptor un señal fuerte de 2 GHz, afectaría más severamente a los canales más bajos. Si esta señal está polarizada horizontal o verticalmente, afectará más severamente a los canales con la misma polarización. El tipo de degradación de la imagen es generalmente igual en todos los canales afectados.

Es muy raro que una interferencia fuera de banda, débil o moderada, de menos de 2577 MHz... afecte un sistema receptor de satélite. La brida del guíaondas WR-229 en la entrada del LNA atenúa substancialmente las señales de frecuencia inferior a 2577

MHz... Sin embargo, las señales muy fuertes fuera de banda pueden en ocasiones, sobrepasar el punto de corte inferior del guíaondas e interferir la recepción de TV.

La TI de fuera de banda de potencia mediana a fuerte generalmente se puede corregir mediante un filtro de paso de banda colocado entre el LNA y el reductor. Lo que hace éste filtro es permitir la entrada únicamente de las frecuencias de una banda determinada y tratar de rechazar todas las demás. Sin embargo, si la potencia de la señal interferente es lo suficientemente alta, puede sobrepasar al LNA, lo que se conoce como "comprimirlo". En éste caso, para eliminar la TI, se necesitaría un filtro de paso de banda de microondas especial, colocado entre el alimentador y el LNA.

La TI en banda también tiene síntomas propios. Las estaciones repetidoras transmiten hasta 6 portadoras de una determinada polaridad, espaciadas en 80 MHz... Por ello, si se capta interferencia de una de estas transmisiones, ésta afectará a 6 canales de satélite con intervalos de 2 canales entre sí. Si se usara más de un antena transmisora y si la antena también capta aquellas señales recibidas por la estación repetidora con diferente polaridad o frecuencia, la interferencia podría afectar a la totalidad de los 24 canales y habría variación en el grado de interferencia en cada uno.

El efecto de TI sobre la TV vía satélite depende de su potencia en relación a la de la señal del satélite. Si está 18 dB por debajo de la señal deseada, entonces no se nota en la pantalla. Cuando la TI se incrementa a aproximadamente -10 dB, la pantalla comienza a mostrar algunas chispas. Estas van aumentando hasta aproximadamente -3 dB, donde

los puntos llegan al nivel de "ráfaga". A 0 dB, o nivel de "ventisca", la imagen se pierde casi por completo. Por encima de ésta potencia, la TI comienza a desintonizar el receptor y el circuito de control automático de frecuencias (AFC) a menudo comienza a rastrear la TI en lugar de la señal del satélite. A +3 dB ya no se puede distinguir ninguna imagen en la pantalla, la que aparece áspera. A +5 dB la pantalla aparece "vacía" y desapareja. Encima de +10 dB, se la ve completamente vacía y con una textura fina y uniforme.

El efecto sobre la calidad de la imagen vía satélite es similar, ya sea que la ocasione una TI de banda ancha o una de banda angosta. No obstante, las interferencias de banda ancha son más potentes, y por lo tanto, tienen un efecto negativo más pronunciado.

Si se desconecta el circuito AFC, generalmente mediante un interruptor externo o interno del receptor, se puede rastrear la frecuencia del satélite manualmente. Con ello, es posible obtener imágenes aceptables aún con TI de hasta 10 dB. Si un receptor tiene sintonización sintetizada de frecuencia, debe tener un circuito AFC muy "rígido" que se desvíe menos de 3 MHz... de la frecuencia escogida. Sino, podría rastrear niveles de TI aún más bajos que un receptor normal.

### **3.3.5. Selección de equipo y susceptibilidad a la TI.**

La antena receptora (que equivale a los ojos de la estación terrestre), no sólo ve el satélite deseado sino también ruidos e interferencias. Una selección adecuada del conjunto antena/alimentador/LNA evitará tener que recurrir a remedios de parche posteriores

para combatir un desempeño deficiente. De hecho, un sistema con una ganancia inadecuada y un mal rechazo de interferencias, a menudo se comportará como si estuviera captando TI. Además, será mucho más susceptible a los efectos de la TI cuando ésta esté presente.

El primer paso para evitar la TI, es la elección de una combinación plato/LNA capaz de proporcionar un C/N que sea superior al umbral del receptor. Si no se puede recibir una imagen clara en condiciones normales sin interferencias, la calidad será mucho peor en la presencia de niveles aún bajos de ésta.

Se debe escoger un plato con un haz angosto y con lóbulos laterales bajos. Las señales interferentes casi siempre vienen de direcciones fuera del eje principal de la antena y son captadas por los lóbulos laterales. Si el primer lóbulo lateral está a 30 dB en lugar de 20 dB debajo del lóbulo principal, proporcionará 10 dB más de protección contra la TI.

Esto puede ser la diferencia entre una imagen aceptable y una destruida. Las antenas con superficies reflectantes de mejor calidad se desempeñan mejor, ya que los platos levemente torcidos o con caras más ásperas tienen lóbulos laterales substancialmente mayores. Por ello, una solución sencilla pero quizás más cara para niveles leves o moderados de TI, sería la instalación de un plato más grande y con una superficie más exacta. Esto aumentaría el lóbulo principal y disminuiría los laterales. Otra posibilidad menos costosa sería usar un plato más profundo, pues generalmente éstos tienen lóbulos laterales más pequeños.

Es importante entender que la TI es captada por los lóbulos laterales y que rara vez ingresa por el lóbulo principal. Esto explica porqué la TI puede captarse al apuntar hacia un satélite y perderse al apuntarlo hacia uno adyacente. El desplazamiento del plato, aunque sea unos pocos grados, haría que la fuente direccional de la interferencia cayera entre dos lóbulos laterales y por ello fuera captada a potencias mucho menores.

Por esta misma razón es que el alimentador escogido debe ser compatible con la razón  $f/D$  del plato. Un alimentador que sobre-ilumine un plato producirá un incremento en la potencia de captación de los lóbulos laterales significativamente menores, pero no aprovechará las posibles ganancias de la antena.

| TI Relativa a la Señal del Satélite | Síntoma                                    |
|-------------------------------------|--|
| Menos de -18 dB                     | Ningún problema                            |
| -18 a -10 dB                        | Desde nada, hasta "chispas" leves          |
| -10 a -3 dB                         | "Chispas" fuertes-Imagen apenas aceptable  |
| -3 a 0 dB                           | Líneas o patrones aleatorios-No hay imagen |
| Más de 10 dB                        | Pérdida total                              |

Tabla 3-6. NIVELES RELATIVOS Y SÍNTOMAS DE LAS TI

Se debe escoger un LNA con una temperatura de ruido aceptablemente baja. La mayoría de fabricantes de LNA tienen curvas que muestran la rapidez con la que la

ganancia disminuye fuera de la banda de 3,7 a 4,2 GHz. Si se usa un LNA de buena calidad con un filtro de paso de banda incorporado, éste protegerá contra interferentes fuera de banda. El distribuidor también debe darse cuenta que de usar un LNB o LNC, no podrá colocar un filtro de paso de banda o de muesca de microondas entre el LNA y el reductor. Las alternativas, en caso de graves interferencias de microondas, son el empleo de técnicas de selección efectivas o el colocar una trampa más cara entre el alimentador y el LNA.

Los convertidores son susceptibles a la TI. Un convertidor individual también puede ser una fuente de interferencias, por lo cual debe ser colocado detrás del plato. Las frecuencias de mezclado del oscilador, creadas para la selección del canal, quedan en la gama de la banda C. Si el convertidor fuera montado directamente sobre el LNA, cualquier filtración de la señal podría resultar en que las frecuencias del oscilador sean radiadas a la superficie reflectante, sólo para ser captadas y reamplificadas como interferencia.

Resulta útil que el receptor que se escoja tenga un interruptor anulador de la AFC que sea fácilmente accesible. En casos de interferencias leves a moderadas, se puede anular el circuito AFC y alejar manualmente la sintonización de la TI y acercarla al centro de la señal del satélite, con lo que se puede restablecer la imagen. En forma similar, un receptor con control regulable de la amplitud de banda puede ser un valioso instrumento de diagnóstico al examinar un sitio o una instalación. Si al anular el AFC o

reducir la amplitud de banda se logra restablecer una imagen aceptable, habrá buenas posibilidades de que el problema se pueda resolver con un barato filtro de muesca.

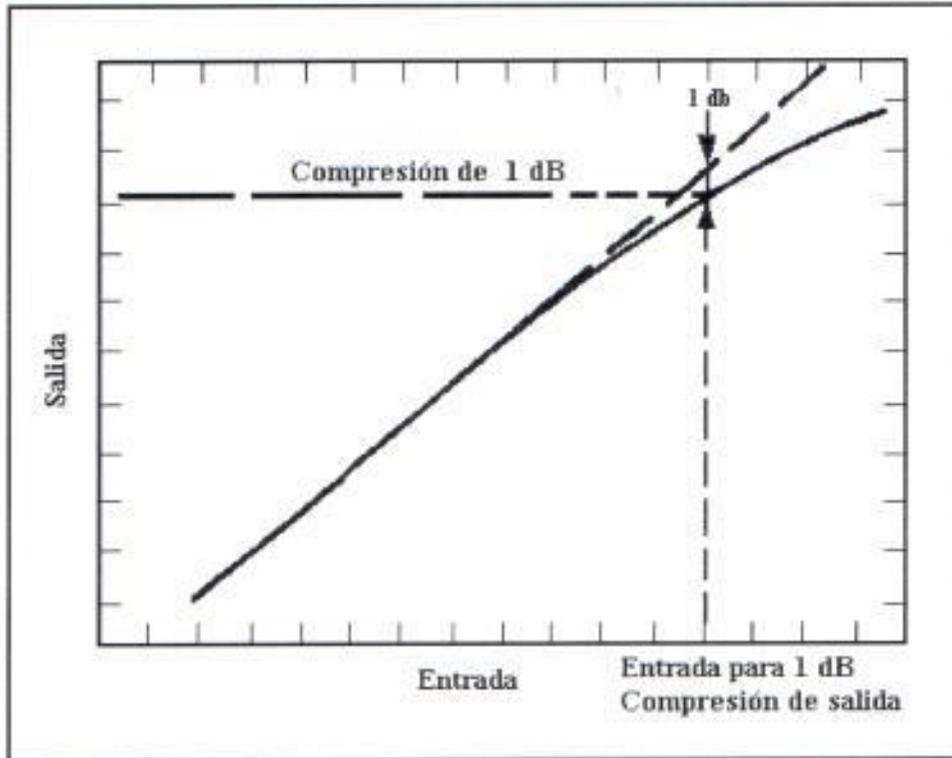


Fig. 3.17 Compresión del LNA. Cuando el nivel de la señal que entra al LNA es demasiado fuerte, este es llevado a compresión, e.g. entra a una zona de respuesta no lineal en la que la salida no está directamente relacionada a la señal de entrada. Esto sucede generalmente cuando se capta una interferencia fuerte. La solución consiste en reubicar al plato, usar pantallas de protección artificiales, o poner un filtro entre el alimentador y el LNA.

### 3.3.6. Combatiendo la TI "en banda"

El método para combatir la TI en banda dependerá de la severidad de la interferencia. Para niveles inferiores a -3 dB se puede restablecer una imagen casi normal mediante filtros de muesca que eliminan una banda de señal angosta, centrada ya sea en 60 u 80

MHz... En el caso de receptores con una IF distinta a 70 MHz., tal como el DX-700 que funciona a 134 MHz., se deben usar filtros especiales que funcionen a 124 y a 144 MHz... Para entender cómo funcionan los filtros de muesca, recuerde que un receptor de satélites baja la frecuencia de cada canal a una banda común generalmente centrada en 70 MHz... Ya que la TI está ubicada 10 MHz... por encima o por debajo del centro de frecuencias del satélite, toda transmisión terrestre también será convertida a ya sea 60 u 80 MHz... Resulta sencillo combatir la TI en banda con filtros de muesca ya que un filtro puede eliminar la interferencia en todos los canales.

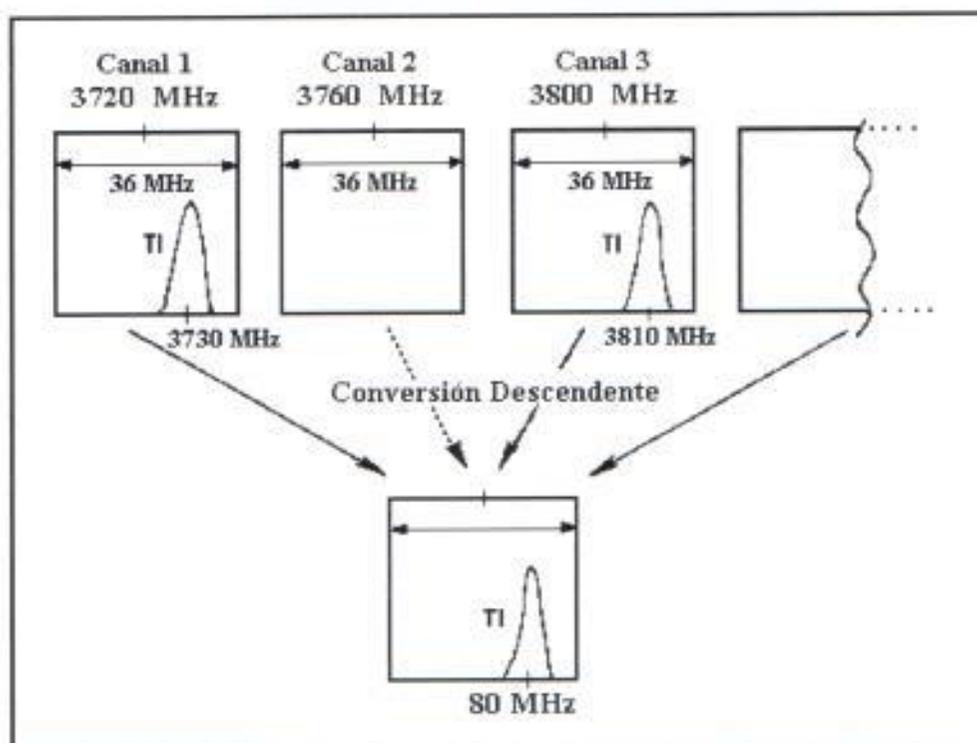


Fig. 3.18 TI y Reducción de la Señal del Satélite. Las señales comerciales y las del satélite son reducidas al mismo tiempo, en cada canal, a la banda de frecuencias IF final. La interferencia puede quedar 10 MHz... encima o debajo del centro de frecuencia IF del satélite. Este gráfico muestra cómo las portadoras que están 10 MHz... encima del centro de frecuencia del satélite, tanto en el Canal 1 como en el 3, son reducidas a la misma ubicación de 80 MHz...

A medida que el nivel de TI comience a exceder de +3 dB, hay que usar filtros o trampas de microondas. Se necesita una trampa para cada frecuencia interferente. A niveles encima de +10 dB, se necesita un tipo especial de filtro de microondas, una trampa de tres resonadores. La complejidad y el costo de encontrar soluciones técnicas a la TI aumenta a medida que la potencia de la TI se hace mayor. A niveles encima de +35 dB hay que colocar trampas especiales, muy caras, entre el alimentador y el LNA para que este último pueda funcionar. Cuando se usa un LNB o un LNC, no se pueden colocar trampas entre el LNA y el convertidor interno. Por ello, si la TI es muy fuerte, habría que reemplazar el LNB con un LNA y un receptor más sencillo con convertidor individual o doble.

No se pueden eliminar las interferencias de banda ancha con filtros de muesca convencionales que eliminan bandas de señal y de interferencia angostas. Si la TI cubre todo la amplitud de la banda de transmisión del satélite, entonces al eliminar la TI, también se elimina la señal de televisión. La solución de este problema, sin mover la antena a otro sitio o usar pantallas artificiales, se llama cancelación de fase. Este método resulta sencillo en el papel. Se toma una muestra de la TI mediante un segundo conjunto alimentador/amplificador; se la resta de la suma de la señal de satélite más la TI, por medio de un desplazamiento de su fase en  $180^\circ$ , y se suman ambas señales. Esto deja únicamente a la señal del satélite y elimina la TI. Desgraciadamente, este método requiere un equipo caro y sensible, que no es de los usados por un distribuidor normal para efectuar instalaciones típicas.

### 3.3.7. Selección de filtros de RF y de microondas

Los filtros se pueden agrupar en dos categorías básicas: los de muesca o trampas; y los de paso de banda. Los filtros de "extensión de umbral" son una subclase de los de paso de banda, diseñados para ser usados en la gama IF. La mayoría de éstos pueden ser fabricados en modelos activos o pasivos.

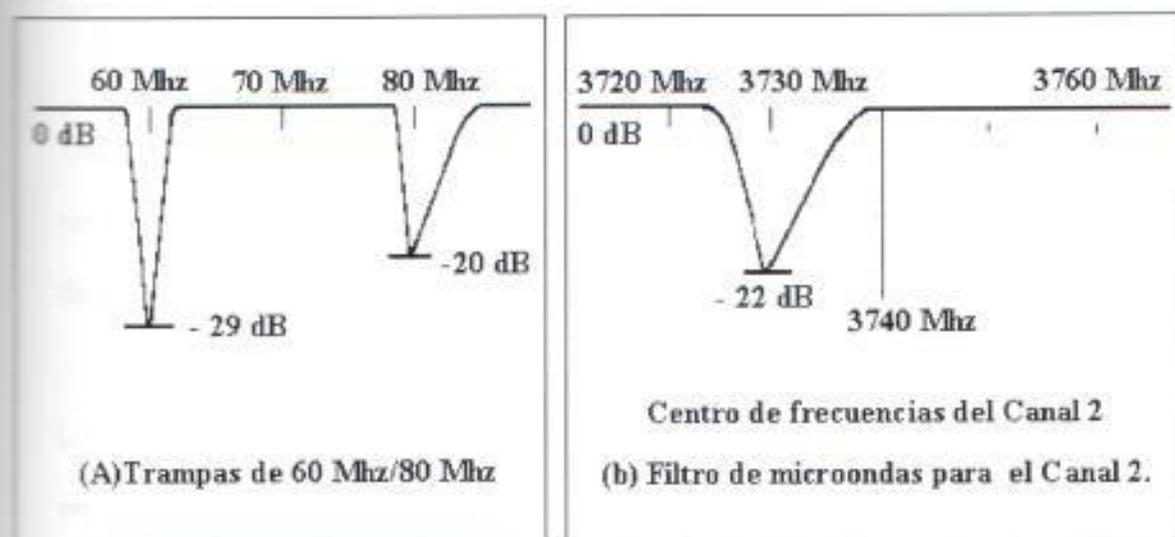


Fig. 3.19 Efecto de un Filtro de Muesca. En la presencia de una TI, un filtro de muesca puede cancelarla selectivamente. El diagrama A muestra el efecto de un filtro de 60 MHz... y uno de 80 MHz... en serie. En este caso, cualquier señal centrada en 60 MHz... sería atenuada en 29 dB. El diagrama B muestra la respuesta de un filtro de microondas típico, diseñado para suprimir interferencias a 10 MHz... por debajo del centro de frecuencias de la señal satélite. Este suprime una banda más ancha que el filtro IF.

Los filtros pasivos son sencillos y económicos. Son construidos a partir de elementos de circuito eléctrico estándar y no necesitan de una fuente de poder externa. Ya que no usan corriente, no producen ganancia con el paso de la señal. De hecho, tienen una

"pérdida por inserción", que va desde casi cero hasta pérdidas importantes de la potencia de la señal, dependiendo del tipo empleado.

Los filtros activos necesitan corriente para funcionar y generalmente tienen un circuito integrado y un filtro cerámico, o un filtro de onda acústica superficial (SAW), para limitar la gama de frecuencias rechazadas. Pueden ser más pequeños que los pasivos y amplificar la señal al mismo tiempo que la filtran. Sus desventajas son su necesidad de corriente externa y su costo mayor.

Todos los filtros de muesca están clasificados de acuerdo a la cantidad de TI que reducen. Esto corresponde a la profundidad de la muesca. Por ejemplo, un filtro clasificado como -40 dB reducirá una interferencia de 8 dB a -32 dB.

Los filtros de muesca diseñados para la gama IF eliminan una parte (muesca) del espectro de frecuencias durante el proceso de eliminación de las portadoras interferentes. Las muescas, centradas en o cerca de 60 u 80 MHz., se caracterizan por la supresión relativa de potencia en esta muesca, así como por la amplitud o gama de las frecuencias afectadas. Evidentemente, si se ataca específicamente a una portadora telefónica comercial centrada en 60 MHz., y con una amplitud de 3 MHz., el filtro ideal sólo eliminaría esta banda de frecuencias. Cualquier eliminación mayor ocasionaría la pérdida indebida de la señal de satélite deseada.

Algunos filtros de muesca tienen regulaciones para la profundidad, la amplitud o el centro de frecuencia, individualmente o en conjunto. Algunos pueden conectarse y

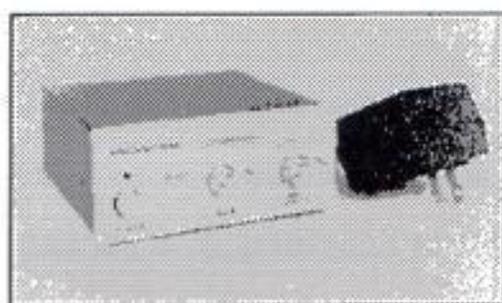
desconectarse a voluntad mediante un interruptor para no afectar la calidad de la imagen al remover innecesariamente una porción del espectro. Por ejemplo, se pueden usar los filtros de muesca MFC 3217LS de 60 y 80 MHz., independientemente en serie para reducir las interferencias en unos 53 dB. Se los puede regular en el terreno con dos regulaciones de tornillo. Estos filtros, al igual que la mayoría de los de muesca que se ofrecen, son fáciles de insertar en la línea de IF al receptor mediante una entrada y una salida de conectores F. El filtro de muesca doble MFC 4616 60/80, que también puede ser regulado en el terreno, reduce las portadoras interferentes en unos 29 dB y puede ser conectado o desconectado del sistema sin necesidad de quitarlo.

Los filtros de extensión de umbral son similares a los usados por algunos fabricantes para reducir el umbral aparente del receptor. Al restringir la amplitud de banda de la señal que ingresa al receptor, eliminan ruido, algo de la señal del satélite y, ojalá, la portadora interferente. Por ejemplo, los filtros activos E.S.P. PFG-20 y 50 usan un circuito SAW para producir una respuesta de frecuencia de flancos escarpados y agregar alrededor de 4 dB de ganancia adicional. El PGF-50 de E.S.P. proporciona una reducción de potencia portadora de unos 53 dB y una amplitud de banda de -3 dB de sólo 13 MHz...

Algunos filtros de muesca pueden producir efectos similares a los receptores que reducen el umbral mediante un angostamiento de la amplitud de banda. Si se aumenta la amplitud de dos filtros ubicados a 60 y 80 MHz., la banda intermedia entre ellos se reduce. Por ejemplo, si la amplitud de banda de cada trampa fuera de 4 MHz., entonces

la región de paso de banda central sería de 64 a 76 MHz., una amplitud de banda de sólo 12 MHz..

Los filtros de paso de banda están diseñados para dejar pasar a los circuitos sólo una banda de frecuencias escogida. Por ejemplo, el filtro de paso de banda MFC 4352 sólo deja pasar entre 3,7 y 4,2 GHz. Va conectado directamente a la línea entre el LNA y el convertidor con conectores N macho/hembra, sin necesidad de puentes. El 3966A puede ser regulado para que deje pasar sólo una de cualquiera de las frecuencias de transmisor-responder escogida en la banda C.



**Fig. 5.20 Filtro de Muesca, Regulable.** Este filtro IFP1x de Phantom Engineering tiene un ancho de banda regulable entre los 18 y 32 Mhz. Al igual que todos los filtros de muesca de 70 Mhz, sólo puede ser usado con receptores de conversión en bloque que den acceso a la línea de 70 Mhz interna. La regulación de 26 Mhz no tendrá efecto si el ancho de banda de la IF interna es de 24 Mhz.

### **3.4. Ancho de haz y separación entre satélites**

No hay duda que todo el mundo prefiere una antena más pequeña, con excepción de quienes opinan que la calidad depende del tamaño. Dado que la potencia de los satélites ha aumentado de 5 a 9 vatios, y con el adelanto tecnológico de las estaciones terrestres, hay antenas cada vez más pequeñas que son capaces de proporcionar una imagen de calidad excelente. Hace 5 años, no se concebían antenas de menos de 3,2 a 3,5 m (10 a 12 pies). Hoy en día se están vendiendo unas de hasta 1,2 m (4 pies).

La cuestión de la separación entre satélites se contradice con la tendencia hacia platos más pequeños. Los distribuidores tienen que considerar si un plato de 1,8 ó 2,1 m (6 ó 7 pies) que funciona muy bien hoy en día, podrá seguir haciéndolo cuando la separación entre satélites se reduzca aún más, a intervalos de unos 2 grados.

En Abril de 1983 la FCC aprobó la separación orbital de  $2^\circ$  para los satélites que operan en ambas bandas. Esta decisión, a ser implementada gradualmente por medio de una reducción inicial a  $3^\circ$ , eventualmente permitirá una duplicación de la capacidad del arco orbital.

#### **3.4.1. La importancia del ancho de haz.**

La calidad de la antena y el ancho del haz son factores críticos. Por ejemplo, si la potencia media (3 dB) del haz de un plato es de  $4^\circ$ , entonces a la mitad de este valor o  $2^\circ$

a cada lado del eje principal. Si ocurre que un satélite ubicado a sólo 2° del objetivo, está transmitiendo en el mismo canal y con igual polaridad, se captarán dos imágenes sobrepuestas con la resultante confusión en la pantalla.

Esto quiere decir que una antena de 1,8 m (6 pies) verá las señales interferentes reducidas en sólo 10 dB a 2,8° del eje principal. Los niveles a 2° serán aún mayores. Sin embargo, un plato de buena calidad reducirá las señales indeseadas en más de 10 dB a 2° fuera del eje. La antena de 3,1 m (10 pies) usada para la prueba, sin duda no cumplía con las especificaciones calculadas. Evidentemente la calidad de la antena desempeña un papel importante.

La mayoría de las antenas parabólicas de un solo foco tienen lóbulos laterales adecuadamente bajos, de manera que la captación de señales fuera del eje no es apreciable. Sin embargo, los platos del tipo Cassegrain más pequeños pueden tener lóbulos laterales de potencia sólo 10 dB por debajo de la del lóbulo principal. Tales antenas son más susceptibles a la interferencia tanto de satélites vecinos como de fuentes terrestres.

**Tabla 3-7. Tamaño del Plato versus una Anchura de Haz de 10 dB**

| Diámetro del plato |          | Medio ancho de haz |        |
|--------------------|----------|--------------------|--------|
| (pies)             | (metros) | Calculado          | Medido |
| 6                  | 1,8      | 2,8                | 2,7    |
| 8                  | 2,4      | 2,1                | 2,1    |
| 9                  | 2,7      | 1,9                | 2,1    |
| 10                 | 3,0      | 1,7                | 2,3    |

### 3.4.2. El papel de la calidad de la antena.

Una antena de superficie exacta con un conjunto de alimentación bien apareado y bien colocado, se acercará más al desempeño óptimo y tendrá un ancho de haz menor que una de calidad inferior. Esto es porque los anchos de haz calculados también están determinados por la eficiencia de la antena.

Por ejemplo, una antena de 2,4 m (8 pies), con 55% de eficiencia tendrá un ancho de haz de 4,2 grados a 3 dB. Un plato de igual tamaño con una eficiencia de 70% tendrá un ancho de haz mucho más bajo de 3,7 grados. Esto quiere decir que un plato de 6 pies muy bien construido, tendrá una potencia reducida en 3 dB con respecto al lóbulo principal a una desviación de sólo 1,85 grados del eje. Con una de 2°, la potencia recibida podría estar disminuida en tanto como 10 decibeles. Como en una antena más pequeña entran menos materiales, el dinero economizado podrá invertirse en lograr una superficie de una mayor exactitud. Además se puede lograr una mayor precisión con platos más pequeños y más manejables.

## 5.5. Televisores multinorma

Las transmisiones de televisión se efectúan en cuanto formatos principales en todo el mundo : NTSC, PAL, SECAM vertical, SECAM horizontal. Un televisor, monitor VCR, diseñado para un sistema no recibirá ninguno de los otros.

**Tabla 3-8. Características de los Sistemas de Transmisión.**

| <b>Sistema</b> | <b>Número de Líneas</b> | <b>Ancho del Canal</b> | <b>Amplitud de la Banda de Vídeo</b> | <b>Separación Vídeo/Audio</b> | <b>Modulación del Audio</b> |
|----------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| A              | 625                     | 7                      | 5                                    | 5.5                           | FM                          |
| B              | 625                     | 8                      | 6                                    | 6.5                           | FM                          |
| C              | 625                     | 8                      | 5                                    | 5.5                           | FM                          |
| D              | 625                     | 8                      | 5.5                                  | 6.0                           | FM                          |
| E              | 625                     | 8                      | 6                                    | 6.5                           | FM                          |
| F              | 625                     | 8                      | 6                                    | 6.5                           | AM                          |
| G              | 525                     | 6                      | 4.2                                  | 4.5                           | FM                          |
| H              | 625                     | 6                      | 4.2                                  | 4.5                           | FM                          |

Los ingenieros de transmisión han combinado estos parámetros técnicos con un de los formatos NTSC, PAL, SECAM vertical, o SECAM horizontal. La tabla 3-9 a continuación detalla los diversos diseños de sistemas empleados en algunos países del mundo.

**Tabla 3-9. Formatos de TV en Diferentes Países**

|                    |              |                |              |
|--------------------|--------------|----------------|--------------|
| Argentina          | PAL G, H     | Iceland        | PAL A, C     |
| Australia          | PAL A, C     | Ireland        | PAL D        |
| Bahrain            | PAL A, C     | Israel         | PAL A, C     |
| Barbados           | NTSC G, H    | Italy          | PAL A, C     |
| Bahamas            | G, H         | Japan          | NTSC G, H    |
| Belgium            | PAL A, C     | Jordan         | PAL A, C     |
| Bermuda            | NTSC G, H    | Kuwait         | PAL A, C     |
| Bolivia            | NTSC G, H    | Luxembourg     | SECAM-V F    |
| Brazil             | PAL G, H     | México         | NTSC G, H    |
| Canadá             | NTSC G, H    | Netherlands    | PAL A, C     |
| Chile              | NTSC G, H    | New Zeland     | PAL A, C     |
| China              | B, E         | Nicaragua      | NTSC G, H    |
| Columbia           | SECAM-V G, H | Norway         | PAL A, C     |
| Costa Rica         | NTSC G, H    | Panama         | NTSC G, H    |
| Cuba               | NTSC G, H    | Paraguay       | G, H         |
| Czechoslovakia     | SECAM-V B, E | Perú           | NTSC G, H    |
| Denmark            | PAL A, C     | Portugal       | A, C         |
| Dominican Republic | NTSC G, H    | Puerto Rico    | NTSC G, H    |
| Ecuador            | NTSC G, H    | Saudi Arabi    | SECAM-H A, C |
| Egypt              | SECAM-V A, C | Spain          | PAL A, C     |
| El Salvador        | NTSC G, H    | Sri Lanka      | PAL A, C     |
| Finland            | PAL A, C     | Sweden         | PAL A, C     |
| France             | SECAM-V F    | Switzerland    | PAL A, C     |
| German Demo. Rep   | SECAM-V A, C | Tahiti         | SECAM-V B, E |
| German Fed. Rep    | PAL A, C     | Taiwan         | NTSC G, H    |
| Greenland          | NTSC G, H    | United Kingdom | PAL D        |
| Guam               | NTSC G, H    | United States  | NTSC G, H    |
| Guatemala          | NTSC G, H    | Uruguay        | G, H         |
| Honduras           | G, H         | U.S.S.R.       | SECAM-V B, E |
| Haiti              | SECAM-V G, H | Venezuela      | NTSC G, H    |
| Hong Kong          | PAL D        | Virgin Islands | NTSC G, H    |

Recientemente se ha lanzado al mercado componentes de vídeo capaces de procesar cualquiera de esos formatos. Un circuito integrado "microchip" lee cada uno de estos "idiomas" y los traduce a uno común, para luego volver a traducirlo al formato escogido. De tal modo, estos televisores, monitores o VCR multinorma pueden ser usados en cualquier país del mundo.

## **CAPITULO IV**

# **INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE RECEPCIÓN DE TELEVISIÓN VÍA SATÉLITE.**

## **Inspección del Terreno.**

Una buena inspección del terreno es la primera y más crítica de las etapas en la instalación de un sistema de televisión vía satélite. A menudo no se le da la necesaria importancia, pero esta primera tarea equivale al reconocimiento médico y diagnóstico que realiza un médico antes de operar. Un cirujano inteligente jamás operará en un paciente sin antes estar bien seguro de las consecuencias del uso del bisturí. Un distribuidor competente no escatima esfuerzos al realizar una inspección del terreno.

En la inspección del terreno se llevan a cabo tres importantes tareas. Primero, se debe encontrar un lugar con un campo de visión sin obstáculos al arco de satélites completo. Segundo, se realiza una prueba para determinar si existe interferencia terrestre en el lugar. Tercero, se planifica la instalación completa.

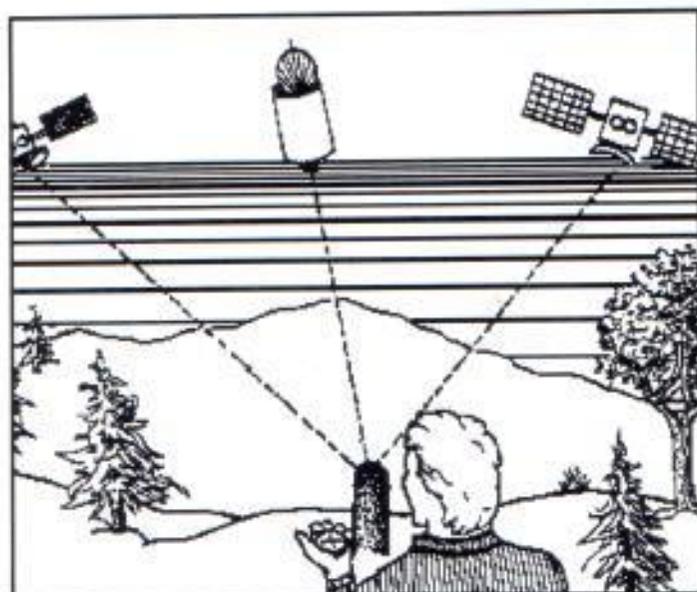


Fig. 4.1 Garantizar una Visibilidad del Arco sin Obstrucciones. Cualquier árbol, edificio, u otro obstáculo que impida la visibilidad de cualquier satélite hará la recepción difícil y tal vez imposible. El primer objetivo de la inspección de terreno es garantizar la visibilidad de todos o la mayoría de los satélites geosincrónicos.

Se debe determinar de antemano datos importantes tales como el tipo de equipo que será utilizado, el lugar donde se colocará la antena, la cantidad de concreto que será necesario, si se va a usar un poste o se va a colocar directamente sobre el suelo, y la longitud y tipo de cable que se usará. Se debe recordar siempre los deseos del cliente ya que éste tomará las decisiones en todas las etapas. Por ejemplo, si el cliente no desea que la antena esté cerca de su casa, sino que se ubique a 100 metros, se tendrá que utilizar cable coaxial RG-6 y cable de calibre 12, en lugar de cable coaxial RG-59 y cable calibre 14. Además se deberá marcar con claridad el camino del cable ya que puede que otra persona en su compañía sea el encargado de instalar el sistema. Trate la casa y propiedad del cliente como si fuera la suya propia, respete el lema que afirma que "el cliente siempre tiene la razón".

## 4.1. Visibilidad No Obstruida del Arco.

La antena debe tener una línea visual sin obstáculos a todos los satélites. Toda obstrucción localizada entre la antena y el satélite objeto absorberá o reflejará las microondas y estropeará las imágenes. El agua es un absorbente de microondas muy potente. Ha habido casos en que una antena instalada en invierno ofreció una recepción excelente hasta que en la primavera los árboles que se encontraban entre el satélite y la antena recuperaron su follaje y las imágenes desaparecieron o perdieron su calidad. Se necesitan dos instrumentos para localizar los satélites: un inclinómetro y una brújula. Se puede ubicar un satélite sabiendo su azimuth y ángulo de elevación. El azimuth se mide en grados de declinación de la aguja magnética (grados de rotación desde el norte geográfico) y la elevación en grados de elevación sobre el horizonte.

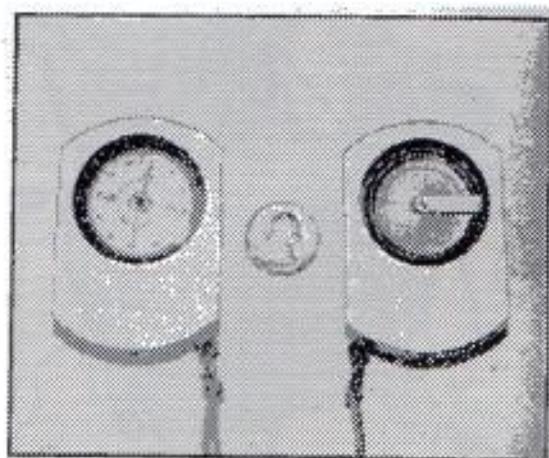


Fig.4.2 Inclinómetro y Brújula con Visor. Estos instrumentos contienen un visor con aumento que permite leer la escala calibrada mientras se apunta en cualquier dirección.

Una brújula siempre apunta hacia el norte magnético. En la mayoría de los lugares la dirección del norte magnético y del norte geográfico son distintas. Esto se debe a que el norte magnético, el punto magnético más fuerte cerca del polo norte, se encuentra cerca de la isla de Bathurst en la costa septentrional del Canadá. Esta variación magnética puede sobrepasar 30 grados en ubicaciones cerca del polo norte tal como Alaska. La variación magnética es nula a través de la "línea agónica" que pasa cerca de la costa occidental de la Florida y por el lago Michigan en los EE.UU. hasta el polo Norte magnético. Al Este de ésta línea el polo Norte está al Este de la aguja, y al Oeste de esta línea está al Oeste.

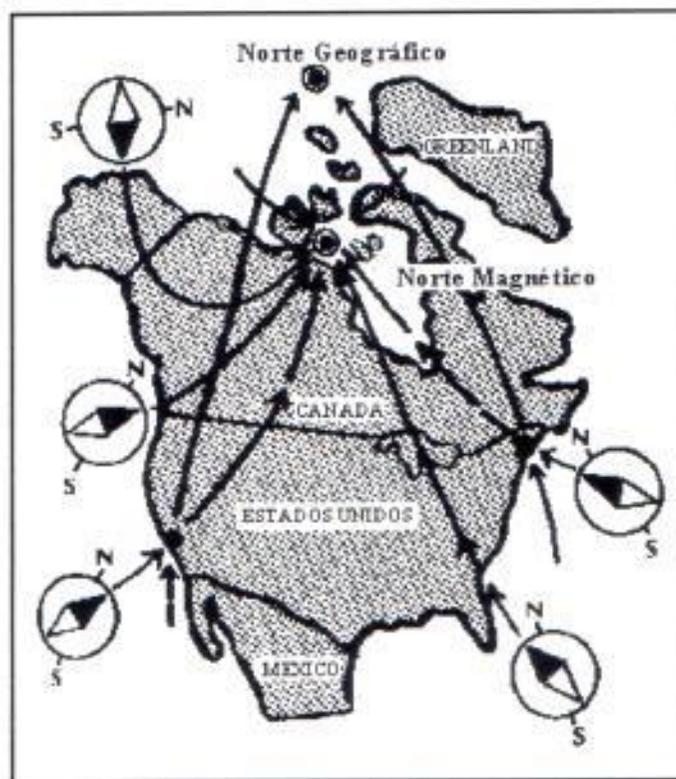


Fig. 4.3 Norte Geográfico y Norte Magnético. El norte magnético se encuentra bastante alejado del polo norte geográfico. Está ubicado cerca de la Costa de la Bahía de Hudson en el norte de Canadá.

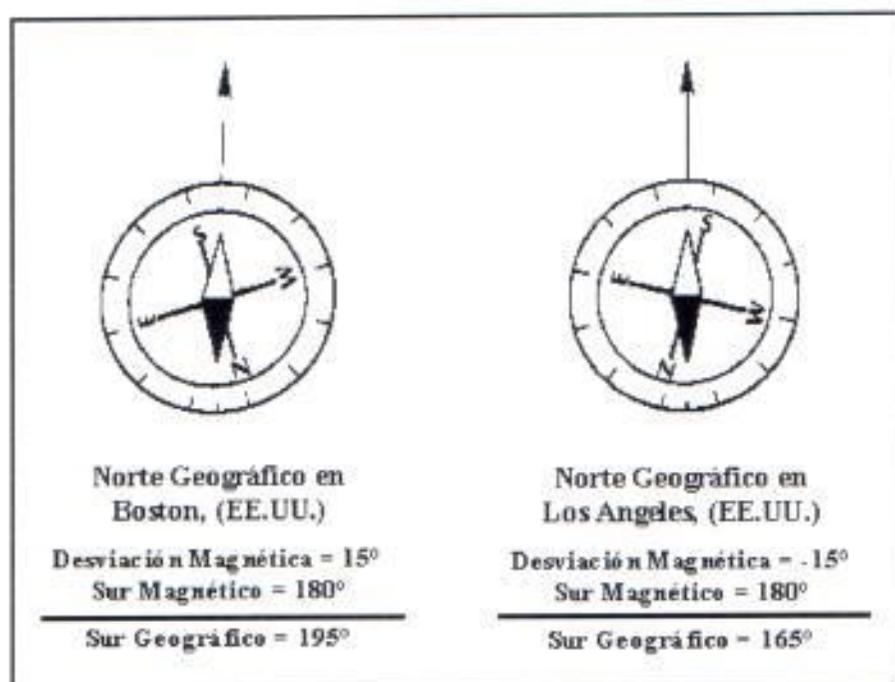


Fig. 4.4 Ajustando la Desviación Magnética. El sur geográfico se encuentra apuntando una brújula al este del sur magnético cuando la desviación es negativa y viceversa. La desviación magnética es negativa cuando se está al oeste de la línea agónica o línea de desviación cero.

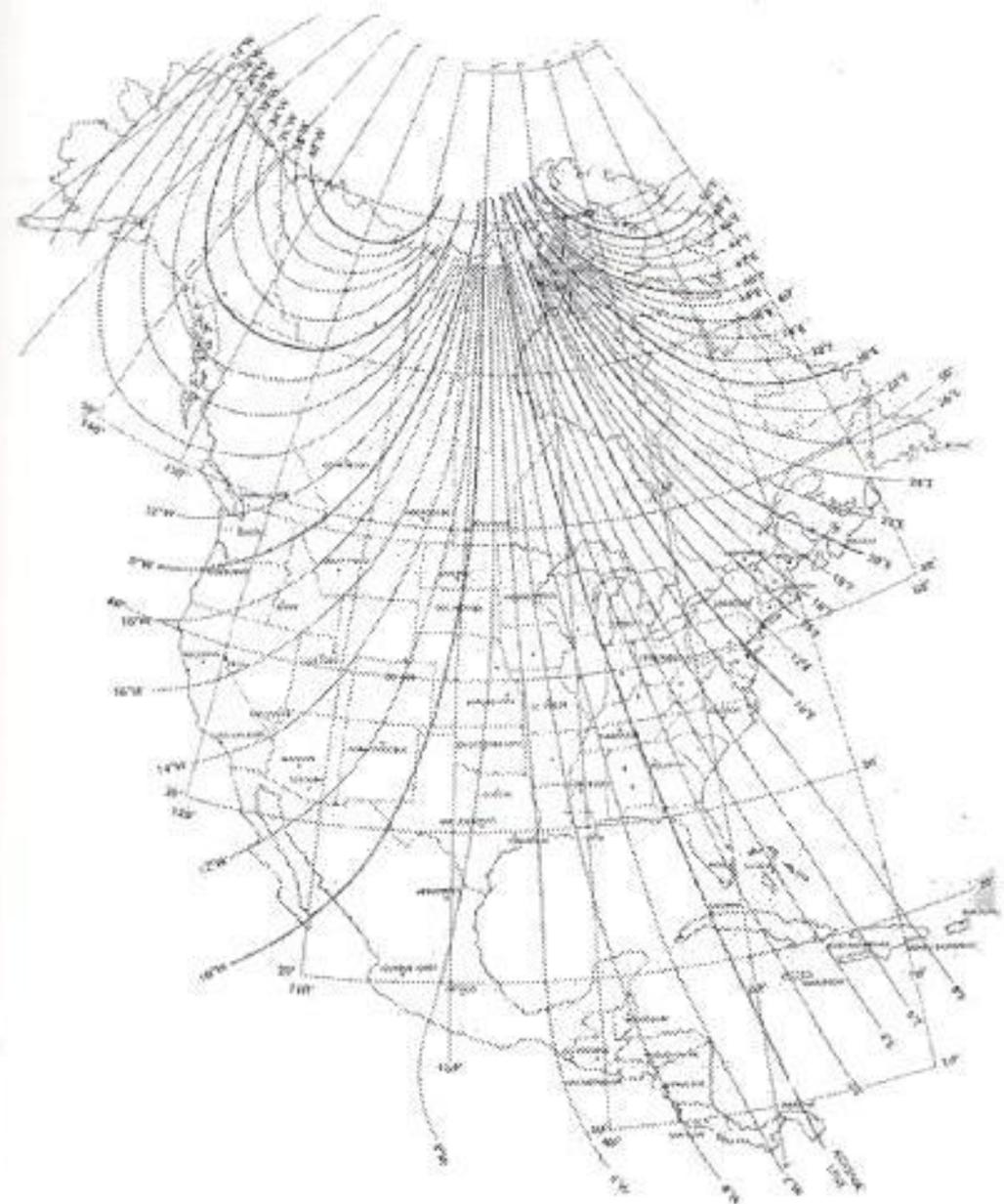


Fig. 4.5 Desviación Magnética.

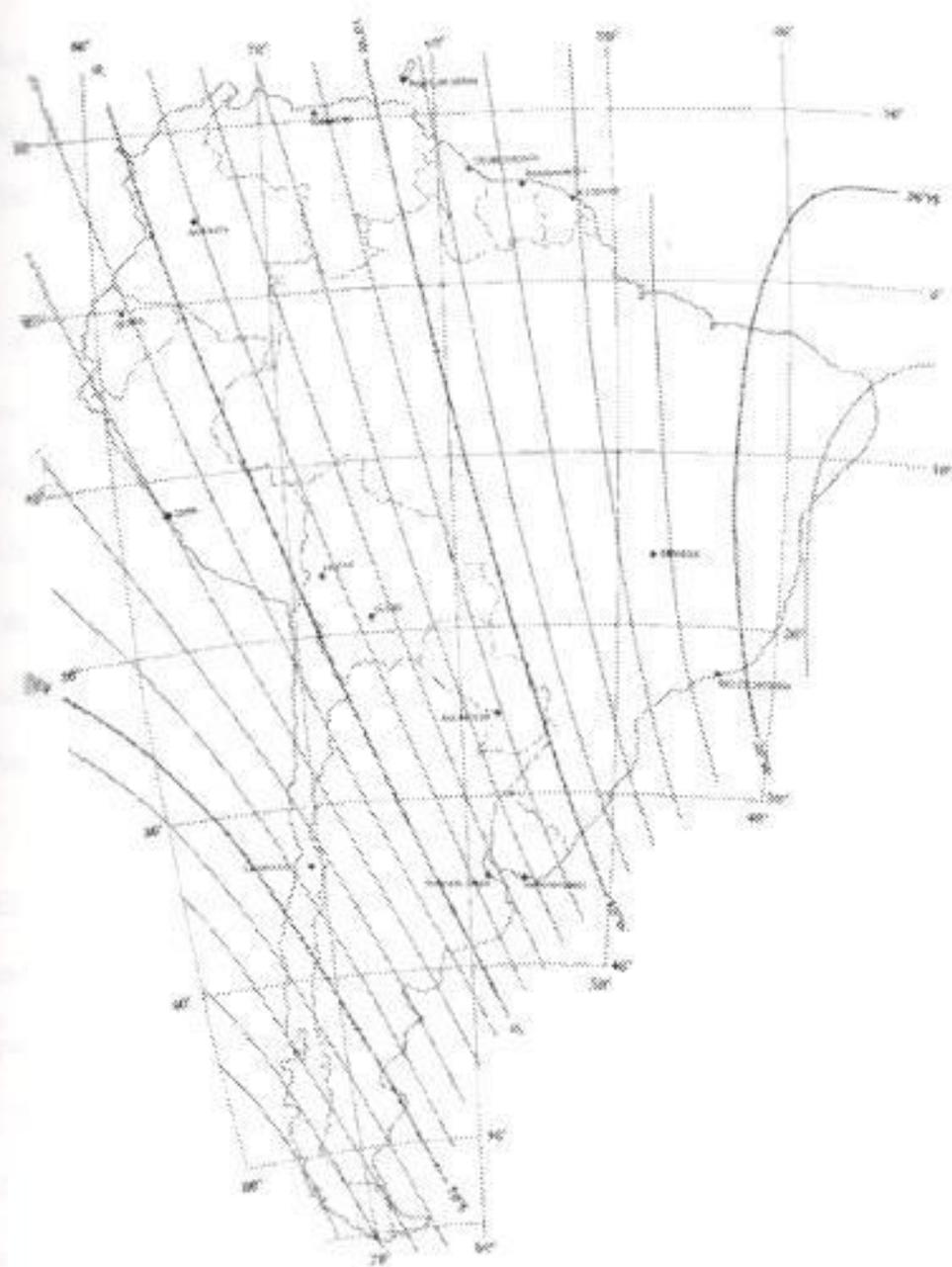


Fig. 4.6 Variación Magnética para América del Sur.

Por lo tanto, el sur geográfico en el hemisferio norte o el norte geográfico en el hemisferio sur se pueden encontrar utilizando una brújula y compensando la

desviación magnética. Por ejemplo, en Denver, Colorado en los EE.UU., el arco de los satélites centrados en el sur geográfico se pueden encontrar girando 12.5 grados al este de la lectura sur de la brújula. Esto corresponde a una lectura de la brújula de 167.5 grados (180 menos 12.5 grados) según se mide desde el norte geográfico.

La desviación magnética se puede obtener del servicio de información del aeropuerto local. Los pilotos de aviones, al igual que los instaladores de televisión vía satélite, deben obtener su posición respecto al norte y sur geográficos.

Una brújula puede ofrecer lecturas erróneas si se encuentra en la proximidad de objetos férreos. Así que las lecturas tomadas cerca de un camión u otros objetos de acero grandes pueden estar desviadas del norte magnético varios grados. Manténgase alejado de un soporte de hierro cuando se use una brújula.

El azimuth para cualquier satélite se determina consultando en una tabla o calculándolo. Aunque estos cálculos se basan en geometría elemental, pueden parecer complicados. El uso de programas computacionales simplifica esta tarea. Observe que el satélite cuya ubicación angular corresponde a la longitud del lugar de instalación, se encuentra apuntando directamente al sur. Por ejemplo, el Anik D1 a  $104.5^\circ$  Oeste queda casi exactamente al sur de Denver a una longitud  $105^\circ$  Oeste.

La elevación de cualquier satélite puede encontrarse calculándola, o usando tablas o cartas de ubicación de satélites. Por ejemplo, el Galaxy 1 tiene un ángulo de elevación de 34.6 grados y un azimuth de 42.1 grados Oeste en Denver. Por lo tanto,

durante la inspección del terreno, el satélite se encontrará girando 42.1 grados al Oeste del Sur geográfico e inclinando la elevación a 34.6 grados. Una brújula indicaría 209.6 grados al apuntarla al Galaxy I, lo que es igual a  $180^\circ$  más  $42.1^\circ$  menos los  $12.5^\circ$  de corrección por la desviación magnética. Si un árbol o cualquier otro obstáculo estuviera en la línea visual, sería necesario cambiar el lugar de instalación propuesto.

Los ángulos de elevación se miden fácilmente con un inclinómetro. Este instrumento puede colocarse sobre una regla larga o cualquier otro objeto en línea recta, apuntándose de igual forma que una escopeta. Levante la regla hasta alcanzar la inclinación deseada y entonces mire a lo largo de la mira para confirmar la ausencia de obstrucciones. Recuerde que necesita una visibilidad no obstruida hacia todos los satélites en la banda. Cuando se efectúe esta observación, con ciertos tipos de inclinómetros resultará más fácil contar con otra persona para leer la escala.

Se pueden comprar instrumentos de diversas marcas concebidos para facilitar aún más este procedimiento. Algunos de estos productos tienen mapas transparentes con la ubicación de los satélites marcadas en estos. Se montan sobre trípodes y se apuntan hacia el sur para la observación de los satélites. Otros tienen miras telescópicas pre-calibradas para observar el arco en su totalidad desde cualquier ubicación geográfica.

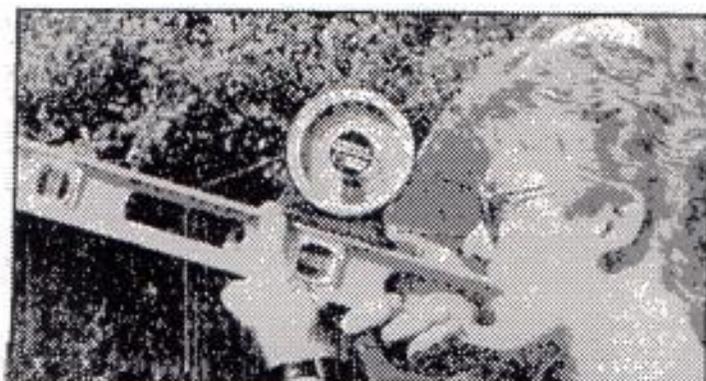


Fig. 4.7 Medición de la Elevación. El ángulo de elevación puede medirse fácilmente colocando un inclinómetro sobre una regla y apuntando con ésta al satélite deseado.

Tabla de coordenadas para las ciudades del Ecuador

| Provincia  | Ciudad     | Morelos F1 |      | Brazilsat A1 |      | Galaxy 1 |      |
|------------|------------|------------|------|--------------|------|----------|------|
|            |            | AZ         | EI   | AZ           | EI   | AZ       | EI   |
| Azuay      | Cuenca     | 274.9      | 49.7 | 76.3         | 73.1 | 272.3    | 26.1 |
| Bolívar    | Guaranda   | 272.2      | 49.9 | 84.0         | 73.5 | 271.0    | 26.2 |
| Cañar      | Azogues    | 273.9      | 49.6 | 79.1         | 73.5 | 271.8    | 25.9 |
| Carchi     | Tulcán     | 268.6      | 48.4 | 94.4         | 75.0 | 269.4    | 24.8 |
| Chimborazo | Babahoyo   | 272.5      | 50.4 | 83.5         | 72.8 | 271.2    | 26.7 |
| Cotopaxi   | Latacunga  | 271.4      | 49.4 | 85.9         | 74.0 | 270.7    | 25.8 |
| El Oro     | Machala    | 275.0      | 50.9 | 77.9         | 72.0 | 272.3    | 27.2 |
| Esmeraldas | Esmeraldas | 268.5      | 50.7 | 93.8         | 72.7 | 269.3    | 26.9 |
| Galápagos  | Baquerizo  | 272.3      | 62.0 | 87.8         | 61.2 | 271.0    | 37.7 |
| Guayas     | Guayaquil  | 273.3      | 50.9 | 81.8         | 2.3  | 271.5    | 27.1 |
| Imbabura   | Ibarra     | 269.7      | 48.9 | 90.9         | 74.6 | 269.9    | 25.2 |

|                  |            |       |      |      |      |       |      |
|------------------|------------|-------|------|------|------|-------|------|
| Loja             | Loja       | 275.8 | 49.9 | 74.6 | 72.7 | 272.7 | 26.3 |
| Los Ríos         | Babahoyo   | 272.7 | 50.4 | 83.1 | 72.8 | 271.2 | 26.7 |
| Manabí           | Portoviejo | 271.5 | 51.6 | 86.4 | 71.8 | 270.7 | 27.8 |
| Morona Santiago  | Macas      | 273.1 | 48.9 | 80.7 | 74.3 | 271.4 | 25.3 |
| Napo             | Tena       | 271.4 | 48.5 | 85.6 | 74.9 | 270.6 | 24.9 |
| Pastaza          | Puyo       | 272.1 | 48.6 | 83.5 | 74.7 | 271.0 | 25.0 |
| Pichincha        | Quito      | 270.4 | 49.1 | 88.7 | 74.4 | 270.2 | 25.4 |
| Tungurahua       | Ambato     | 271.7 | 49.1 | 84.9 | 74.3 | 270.8 | 25.4 |
| Zamora Chinchipe | Zamora     | 275.9 | 49.3 | 73.7 | 73.2 | 272.7 | 25.8 |

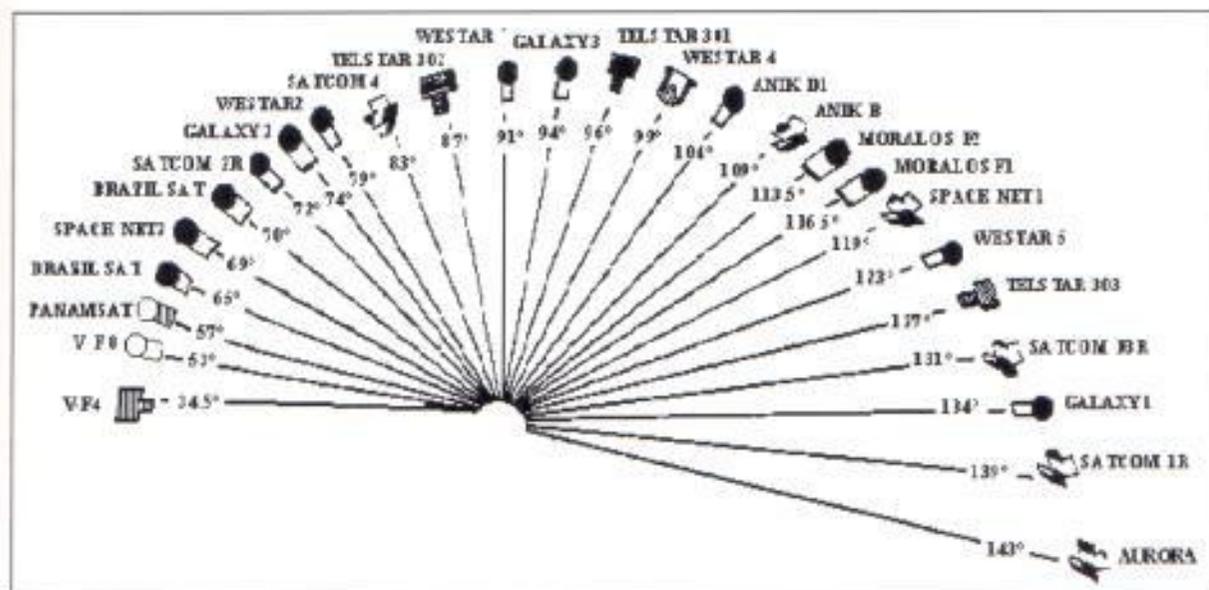


Fig. 4.8 Satélites en el Arco Geosíncrono. Esta figura muestra la ubicación de todos los satélites de TV importantes en el sector norte, centro y sudamericano del arco geosíncrono.

## 4.2. Selección de la Ubicación óptima de la Antena.-

Para visualizar el arco, se deben observar un mínimo de tres satélites: el más oriental, el más occidental y el de mayor altura en el arco. No debe haber ningún obstáculo que obstruya la visibilidad de los satélites. A continuación, un arco conectando estos tres puntos debe visualizarse en el cielo. Determine si hay posibilidad de que otro satélite esté parcialmente o totalmente obstruido. Si no se puede obtener una buena visibilidad desde ese lugar, se debe buscar otro. De no ser posible encontrar un lugar aceptable para el cliente, habrá que considerar una instalación sobre el tejado o en un poste, aunque debe recordarse que cuanto más alto se instale la antena más expuesta estará al viento y a la interferencia de microondas.

En este momento de la instalación, se debe fomentar la participación del cliente. El debe comprender que solo se obtendrán imágenes perfectas si la visibilidad de la antena a todos los satélites no está obstruida. Se puede decidir instalar la antena en un lugar donde uno o varios satélites queden parcialmente o totalmente fuera del alcance de la antena, o si hay pequeños obstáculos para una buena visibilidad, el cliente podría preferir comprar una antena más grande y más cara. Recuerde que si una antena más grande se coloca detrás de una obstrucción parcial, su ganancia adicional compensará la potencia de la señal perdida por reflexión y absorción.

Los planes deben incluir el informar al cliente de los permisos de construcción necesarios. En los EE.UU. la distancia a las vallas normalmente está determinada por ordenanzas de construcción. Típicamente la distancia mínima al borde del plato es de 5 m, aunque es común encontrar instalaciones con distancias de 3 y 7 m. El cambio de lugar de instalación de una antena puede implicar el pedir un nuevo permiso de construcción para su nueva ubicación. También puede que el cliente tenga sus propias ideas sobre dónde colocar la antena en su propiedad.

Es importante saber que hay diversas redes de servicio público enterradas en el suelo, tales como las de agua potable, líneas telefónicas y cables eléctricos, que pueden estar cerca de los límites de la propiedad de acuerdo con las ordenanzas de construcción locales. Enterrar un poste unos metros más adentro del límite de la propiedad puede ser una precaución inteligente. Las compañías de servicio público normalmente están dispuestas para ayudar a localizar cualquier línea subterránea antes de que sea demasiado tarde.

El lugar de instalación también debe elegirse pensando en el recorrido de los cables. Cavar un túnel bajo una entrada de autos de 3 m de ancho puede resultar imposible. Si debido a esto la antena debe colocarse en un lugar menos deseable donde no se pueda ocultar a la simple vista, el cliente tal vez decida comprar una antena más pequeña de malla en lugar de una grande y sólida.

Otro factor importante que no debe ignorarse es que, una vez que la antena haya sido instalada, requiere suficiente libertad de movimiento como para seguir el arco en su totalidad. Por ejemplo, si la antena se coloca demasiado cerca de una valla, la antena se puede doblar o destruir la valla antes de haber fijado el límite este. No hay sustituto para una planificación cuidadosa.

### **4.3. Comprobación de la Presencia de Interferencias terrestres.**

Muchos distribuidores aprenden sobre interferencia terrestre de la peor manera. Una vez que el hormigón ha endurecido y que se ha completado la instalación, descubren que la mitad de los canales están repletos de interferencia, evaporando así todas las ganancias. Estos resultados pueden evitarse fácilmente. Además, el mero hecho de que una instalación cercana no sufre de interferencia terrestre no garantiza que la nueva instalación tendrá la misma suerte.

El primer paso a dar es evitar la interferencia corrigiendo el emplazamiento de la antena. La interferencia terrestre es muy direccional y puede ser reflejada por objetos metálicos tales como un tejado directamente a la antena parabólica. Sin embargo, la interferencia terrestre, al igual que las señales de satélite, es absorbida por muchos materiales, por lo que se puede instalar una antena incluso donde haya

niveles de interferencia altos, si se deja debidamente protegida detrás de escudos naturales tales como árboles o edificios.

Si no se puede encontrar un lugar libre de interferencia, la siguiente alternativa es utilizar filtros para suprimirla. Sin embargo esto reduce la amplitud de banda del satélite y perjudica la calidad de las imágenes. Una segunda alternativa es la construcción de escudos artificiales adecuados. Este método es necesario en casos graves de interferencia donde el sistema tiene que ser instalado, pero normalmente es muy caro. Pero recuerde que siempre hay una solución para todo problema.

#### **4.4. Métodos para comprobar la Presencia de Interferencia terrestre.**

Sin duda, el método más efectivo para determinar la interferencia terrestre es la prueba del lugar propuesto con un sistema de satélite portátil. Se cuenta con varias antenas parabólicas y sistemas pequeños a buen precio. Estas antenas pueden transportarse fácilmente y montarse rápidamente en el lugar de la instalación.

Por lo menos tres o cuatro satélites deben ser observados ya que la interferencia terrestre puede ser muy direccional. Puede que no se detecte en el Galaxy I pero puede ser muy perjudicial en el Satcom IV al otro extremo del arco. En algunos casos una rotación de unos pocos grados puede causar que un lóbulo lateral apunte

a una fuente de interferencia donde anteriormente no se detectaba nada. Procure colocar la antena de prueba a la misma altura que será colocada la antena permanente; bajarla aunque sea sólo un metro, puede hacer una valla que ofrezca un buen escudo artificial.

Todos los transmisores-respondedores de cada satélite deben de examinarse ya que algunas formas de interferencia a menudo afectan sólo a un grupo reducido de canales. La presencia de interferencia terrestre puede remediarse moviendo la antena. La colocación de la antena lo más cerca del suelo, o si es posible, en una pequeña depresión del suelo reduce su sensibilidad a la interferencia, ya que ésta no viaja subterráneamente. Si no se encuentra un lugar libre de interferencia terrestre, entonces es tiempo de introducir una selección de filtros de paso de banda o de muesca y observar su efecto.

No confunda una señal débil, debido a que la antena está bloqueada por una obstrucción, con interferencia. (En casos en que la calidad de imagen se deteriora en una instalación existente, tampoco confunda las obstrucciones producidas por el crecimiento de nuevas hojas en los árboles con la interferencia terrestre. Esto es fácil de diagnosticar ya que todos los canales serán afectados igualmente).

Una alternativa a la comprobación de un sistema entero es el uso de un juego de mano LNA/alimentador conectado a un convertidor descendente, a un receptor y a un televisor o monitor. Es preferible tener un medidor de la potencia de la señal

independientemente del que viene a menudo en el receptor. Encienda todos los componentes electrónicos y explore con la unidad de prueba apuntando en todas las direcciones del cielo no sólo a los satélites, ya que la interferencia terrestre proviene de direcciones fuera del eje horizontal puede detectarse en los lóbulos laterales de la antena. Debe orientarse en los dos planos, horizontal y vertical, para así poder detectar portadoras de interferencia en las dos polaridades.

Observe simultáneamente el medidor de la potencia de la señal y la pantalla del televisor. Si el ruido blanco o l nieve en el televisor permanece constante y si hay poca o ninguna indicación en el medidor de potencia de la señal, entonces no hay ningún problema. Si la pantalla cambia y se pone blanca, blanca y negra o aparecen en ella bandas negras y si el medidor da una indicación positiva, entonces nos encontramos ante alguna forma de interferencia terrestre. Si se cubre el alimentador todos estos síntomas deben desaparecer. Si no desaparecen, el equipo de prueba funciona mal. Si no se utiliza un televisor o monitor, se puede usar el medidor de potencia de la señal para detectar interferencia terrestre de intensidad moderada a fuerte. Esta será indicada por una fluctuación continua de las mediciones. Sin embargo, este método no es muy sensitivo para niveles de interferencia ligeros a moderados.

Si se detecta interferencia, se debe de mover de un lado a otro el alimentador/ LNA para encontrar la dirección donde la medición es más alta. Esto mostrará de donde viene la interferencia. Oriente la alimentación en todos los planos para comprobar la polaridad de la interferencia terrestre.

Si se detecta interferencia, trasládese a otro lugar mejor protegido por barreras naturales y realice la misma prueba de nuevo. Una opción lógica sería un sitio que cuente con una obstrucción entre el nuevo lugar de instalación y la fuente de interferencias terrestres. Si la interferencia proviene de detrás de la antena, no tendrá un efecto tan grande porque el disco parabólico bloqueará la mayor parte de la señal de microondas. Si no se encuentra ningún lugar con una visibilidad clara del arco de satélites y libre de interferencia, entonces habrá que traer una antena portátil para llevar cabo una prueba más sensitiva. A continuación se podrá introducir filtros de IF y de microondas, si es necesario, para encontrar una solución al problema.

Los resultados más precisos se obtienen con un analizador de espectro. Este aparato muestra la frecuencia y la potencia de las microondas provenientes de cualquier dirección en cualquier lugar de prueba. Un analizador de espectro es una herramienta muy efectiva para examinar la interferencia terrestre, tanto dentro como fuera de la banda. Un analizador de espectro económico pronto se pagará por sí solo con el ahorro del tiempo del distribuidor.

Todos estos métodos de pruebas de interferencia tienen sus limitaciones. La información recogida aplica solamente a las fuentes de interferencia terrestre que estaban operando durante la inspección del lugar. El período entre las 5 y las 7 de la tarde es normalmente cuando hay más tráfico de microondas. Por lo tanto, una prueba superior, además de ser una ayuda en la venta, es dejar al cliente usar el

sistema de satélite portátil por unos días. El cliente tendrá la oportunidad de notar cambios en la calidad de recepción durante el curso del día y de la noche.

Ninguno de estos métodos protegerá al distribuidor o al consumidor contra los repetidores de las empresas públicas de telecomunicaciones que operen en el futuro.

La única protección contra algunas de esas futuras fuentes de interferencia terrestre es obtener la información necesaria de las autoridades locales sobre sitios existentes y programados para transmisoras de microondas. Más adelante presentaremos las técnicas para trazar la procedencia y el curso seguido por todas las fuentes de microondas, actuales y futuras, en la vecindad de cualquier estación.

Se debe informar al cliente que aunque su antena hoy carece de la presencia de interferencia terrestre, siempre existe la posibilidad de que haya en el futuro. Todos los contratos deben de contener una cláusula que proteja al distribuidor, anulando la venta en caso de que se descubra interferencia terrestre durante la inspección del lugar, o cargando al cliente los costos de los filtros y tiempo de instalación que serán necesarios.

#### 4.5. Trazado de lugares problemáticos.-

Un método sencillo de combatir la interferencia terrestre incluso antes de visitar el lugar es trazar las rutas que siguen las microondas sobre un mapa local. La información necesaria incluye todas las posiciones de las estaciones repetidoras de microondas en 4 GHz actuales y futuras en la zona y también sus rutas y frecuencias de transmisión. Esta información puede adquirirse de una firma profesional de coordinación de frecuencias, normalmente por menos de 350 dólares (en los Estados Unidos), y debe mantenerse al día anualmente.

Con esta información se puede marcar en un mapa de la región la ubicación de todas las estaciones repetidoras de microondas. Líneas rectas se trazan de las estaciones transmisoras a las receptoras. Toda instalación que quede demasiado cerca de una de estas rutas de telecomunicación puede ser susceptible a la interferencia terrestre. Ya que también se marca la ubicación de las repetidoras futuras y que el mapa indica incluso aquellas fuentes de interferencia que son intermitentes, este método es un complemento muy importante a la prueba en el lugar de instalación.

Se puede obtener resultados similares a un precio razonable de las firmas profesionales de coordinación de frecuencias. Por un precio, estas firmas proveen un listado de computador que muestra detalladamente el entorno de las interferencias en el lugar de instalación, incluyendo las fuentes de transmisión futuras, los peores

niveles de interferencia esperados, sus frecuencias y polaridades respectivas y la dirección de los haces.

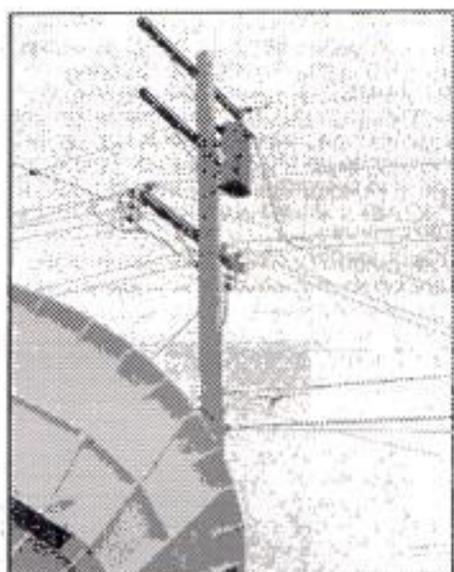
Es importante recalcar que no hay sustituto para una inspección del lugar. Una instalación que se encuentre lejos de una ruta de transmisión puede ser afectada por una señal reflejada por un edificio o un cartel de publicidad metálico, mientras que una instalación situada directamente entre dos torres repetidoras puede estar debidamente protegida por objetos naturales y estar así libre de problemas. Cualquier instalación puede ser susceptible a interferencias fuera de banda o incluso de ingreso.

#### **4.6. Síntomas de la Interferencia Terrestre.-**

La interferencia terrestre puede presentarse en tres formas distintas: de ingreso, fuera de banda, y dentro de banda.

La interferencia de ingreso tiene la característica de afectar a todos los canales con problemas idénticos. Normalmente se puede remediar ajustando el sistema, es decir conectando a tierra los cables y los conectores, blindando el equipo y utilizando filtros en la línea de poder. La ventaja de utilizar en la instalación aparatos de prueba familiares consiste en saber que están funcionando bien por lo que no se pierde tiempo buscando conectores u otros componentes defectuosos. Por lo tanto,

si aparece interferencia de ingreso más tarde, puede diagnosticarse y remediarse fácilmente. Si la interferencia de ingreso se presenta en la prueba del lugar de instalación, no debe ser motivo de mucha preocupación.

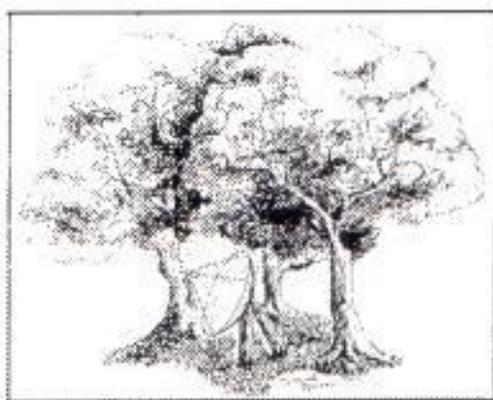


**Fig. 6.9** Una fuente posible de TI de Ingreso. Esta antena Prodeline de 3.1 m (10 pies) se instaló cerca de las líneas de tendido eléctrico. Aunque estos cables no bloquean las microondas, la corriente de 50 o 60 ciclos puede ser una fuente de interferencia de ingreso. Deberán tomarse todas las precauciones contra la TI de ingreso para eliminar esta posibilidad.

La interferencia fuera de banda se presenta normalmente en uno de los extremos de la banda de satélites y a menudo en uno de los canales polarizados vertical u horizontalmente. Casi siempre se puede remediar con facilidad introduciendo un filtro de paso de banda entre el LNA y el convertidor descendente. Este dispositivo debe de ser una pieza habitual del equipo de pruebas. En raras ocasiones hará falta

introducir un filtro de banda más caro entre el alimentador y el LNA. Esto será necesario cuando la potencia de la interferencia terrestre es tan alta que sobre excita el LNA.

La interferencia terrestre dentro de banda procede principalmente de repetidores telefónicos de voz y datos, tiene síntomas muy característicos. Casi siempre tiene un patrón de problemas a través de todos los canales con imágenes consecutivamente buenas y malas. Puede variar en intensidad desde débiles destellos hasta pantallas enteras en blanco y negro, donde el medidor de potencia de la señal indicaría un valor más alto que el máximo de la escala. Como ya se ha mencionado, normalmente el método más efectivo para remediar este problema es trasladar la antena a un lugar cercano protegido por pantallas naturales. Si esto ya se ha intentado sin éxito, otras opciones son el uso de trampas de microondas de IF y de banda C, y pantallas artificiales con las que se puede resolver el problema en la mayoría de los casos, a un costo adicional.



**Fig. 4.10** Uso de Pantallas Naturales. Colocar una antena en una zona como ésta, la protege del viento y de la interferencia. Observe que si se trata de árboles de hoja caduca, al caer las hojas en el otoño volverá la interferencia.

#### **4.7. Métodos de Protección Natural y Artificial.-**

La interferencia terrestre normalmente puede eliminarse con una combinación de métodos de protección natural y artificial, y si hace falta, con el uso debido de filtros. Las pantallas naturales incluyen árboles, edificios, montículos de tierra y cualquier otra estructura ya emplazada en el lugar. El mejor método, y generalmente el más económico, es la utilización eficiente de pantallas naturales antes de recurrir a los filtros y pantallas artificiales.

Los diferentes materiales poseen diversas propiedades de absorción y reflejo de microondas y diversas habilidades para servir como pantallas naturales o artificiales. Los metales son los mejores reflectores de microondas. La mayoría de las estructuras no metálicas son poco reflectoras aunque tienen diferentes grados de capacidad de absorción. La madera es un mal reflector con limitada absorción. Sin embargo, un edificio de madera, como un garaje o un establo puede convertirse en un reflector de microonda al cubrirlo con una malla metálica, lo que usualmente puede efectuarse económicamente. Los ladrillos y bloques de cemento, el hormigón, y otros productos de albañilería tampoco son buenos reflectores aunque son buenos absorbentes de microondas. La humedad contenida en las hojas verdes las convierte en excelentes atenuadores de interferencia terrestre.

En general, cuanto más alto se instala la antena, más susceptible será a la interferencia terrestre. Recíprocamente, colocar la antena en un valle o depresión es una buena forma de reducir la interferencia.

Algunos materiales están diseñados especialmente para absorber la radiación en banda C. Un ejemplo es la tela espacial, una tela parecida a la lona impregnada con carbono para hacerla resistente al paso de corriente. Un material similar cubierto con metal por un lado podría tener un doble uso absorbiendo por un lado y reflejando por el otro.

Las mallas metálicas del tipo que usan los constructores son reflectores adecuados. Si los agujeros de la malla son más pequeños que un décimo de la amplitud de onda de la microondas, se reflejará la misma energía que en una superficie metálica sólida. Como las señales de la banda C tienen una amplitud de 7.6 cm, mallas con agujeros de 7.6 mm. son adecuadas. (Esta es la razón por la que las antenas de malla pueden reflejar las microondas con la misma eficiencia que las antenas sólidas).

#### Capacidad de Absorción de Varias Materias

( Cortesía de Microwave Filter Company )

| Materia                     | Absorción |
|-----------------------------|-----------|
| Pared de madera             | 5 dB      |
| Pared de ladrillo           | 10 dB     |
| Pared de hormigón (38 cm)   | 30 dB     |
| Pared de bloques de cemento | 15 dB     |
| Tierra ( espesor de 1.3 m)  | 30 dB     |
| Arboles con hojas           | 25 dB     |
| Arboles sin hojas           | 10 dB     |

El primer paso en la búsqueda de un lugar protegido para una antena donde la interferencia terrestre esté presente es dibujar un mapa a escala del lugar. Se debe conocer la composición de todas las estructuras naturales y artificiales. Si se conoce la dirección de las fuentes de interferencia terrestre es fácil determinar la ubicación ideal. A veces es necesario usar otras pantallas artificiales. Lo más económico es colocar una malla metálica en una estructura existente, pero se debe tener cuidado de no ocasionar más problemas reflejando interferencia adicional en la antena. Otra alternativa es montar la malla metálica en un marco de madera liviana. La pantalla debe ser a lo menos 1 metro más alta y ancha que la antena. Las pantallas se deben de fijar al suelo con seguridad para que el viento no las levante arrojándolas contra la antena o causando otros daños.

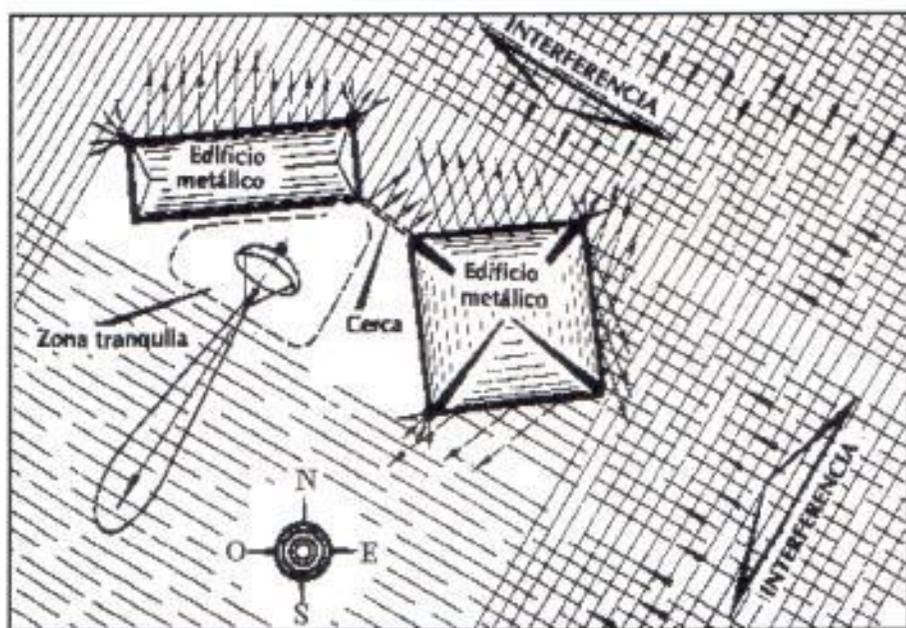


Fig. 4.11 Mapa a Escala del Lugar de la Instalación. Este mapa a escala, muestra la interferencia viniendo de 2 direcciones. Sin embargo, si la antena se colocara detrás de los dos edificios metálicos y de la cerca, la zona tranquila permitiría la recepción de las señales del satélite sin TI.

Todas las barreras reflectoras deben terminarse en los bordes con un rollo a lo menos 18 cm del material utilizado, para prevenir que se formen filos donde las microondas se difracten y doblen hacia la antena y el alimentador.

Se puede lograr efectos parecidos con absorbentes colocados en los bordes del disco. Estos se fabrican con materiales absorbentes y reducen los lóbulos laterales de la antena interceptando parte de la energía residual del terreno circundante y otras interferencias. Los absorbentes de borde no son lo mismo que los extensores de antena o faldas, los cuales aumentan la superficie reflectora del plato. Como los extensores de antena reflejan las microondas, deben de seguir cuidadosamente la curva parabólica para mantener los lóbulos laterales bajos y aumentar la ganancia al mismo tiempo.

Las pantallas y técnicas de protección artificiales, aunque son más caras que los filtros, no degradan la señal del satélite. Cuando se utilizan filtros de muesca, una parte de la amplitud de banda se elimina, resultando en una pérdida de información de vídeo y, por lo tanto, en una degradación de la imagen.

#### **4.8. Selección del Equipo y Uso de Filtros.-**

Una selección cuidadosa del equipo a menudo reduce o elimina la necesidad de filtros. Los filtros de muesca de microondas deben utilizarse sólo cuando es

absolutamente necesario ya que eliminan parte de la amplitud de banda del satélite y degradan la calidad de la imagen. Sin embargo, su uso es generalmente preferible a cambiar de lugar una instalación existente o la construcción de pantallas caras y poco atractivas.

Los filtros de recorte más económicos son los que operan en la escala de IF. Existe una extensa selección de filtros de 60 y 80 MHz., trampas para las frecuencias menos comunes tales como 124 y 144 MHz... para el receptor de IF de 134 MHz... y trampas que reducen las amplitud de banda del receptor de satélite también están disponibles. Estos son adecuados para niveles bajos y medios de interferencia terrestre llegando hasta 0 decibeles respecto a la señal del satélite. A este nivel de potencia relativo, la imagen es normalmente visible a pesar de una fuerte interferencia. Pero los filtros de IF raramente son efectivos más allá de este nivel, ya que el AFC del receptor comienza a seguir la interferencia. Sin embargo, poniendo el AFC fuera de servicio y sintonizando manualmente el receptor puede extender el rango útil de las trampas resultando en imágenes visibles.

Cuando se necesitan trampas en la escala de microondas los precios suben rápidamente. Si el nivel de la señal interferente sobrepasa los 15 dB, se necesita un filtro entre el LNA y el convertidor descendente. A niveles más altos de interferencia se requiere unos filtros de pedido especial muy caros.

## **4.9. Planificación de la Instalación.-**

Una instalación de televisión vía satélite debe planificarse lo más completamente posible durante la inspección del lugar. El primer paso es elegir el sitio donde se pondrá la antena. Esto se debe coordinar con el trazado del recorrido de los cables hacia el receptor y a todos los televisores. También hay que decidir por dónde entrará el cable al edificio. Se debe determinar el tipo de cable, el número de separadores y derivaciones, y las conexiones necesarias.

Los receptores de vídeo pueden colocarse en cualquier parte, no necesariamente encima de los televisores. Si se usan actuadores y receptores controlados por radio, algunos clientes tal vez decidan colocar todo este equipo electrónico en un armario bien ventilado.

Es esencial consultar y escuchar al cliente durante esta fase de la planificación. Algunos distribuidores tienen ideas preconcebidas y no prestan mucha atención a los deseos de sus clientes.

## **4.10. Estructuras de soporte para antenas.**

Las antenas de televisión vía satélite y sus soportes están casi siempre montadas a un poste. La sujeción del poste es una parte crítica de cualquier instalación ya que

la antena debe de soportar vientos y otras tensiones ambientales. Si el poste está bien colocado en posición perfectamente vertical, lo cual es decisivo para seguir el arco completo de satélites, el resto de los ajustes del sistema procederán sin complicaciones.

Antes de comenzar el trabajo en las estructuras de soporte de la antena, se deben de llevar a cabo algunos pasos preliminares.

#### **4.10.1. Servicios públicos.-**

A menudo las empresas de servicio público entierran las líneas de gas, televisión y teléfono sin dejar señalo de su recorrido. La rotura de una línea de servicio público durante la excavación de una zanja ocasionará una gran pérdida de servicio y tiempo. Además, el instalador tendrá que pagar a la empresa de servicio público por la reparación del daño causado. De todas formas, en muchos países es obligatorio avisar a las empresas de servicio público antes de realizar cualquier proyecto de excavación.

Una vez que se ha determinado la ubicación de la antena y se ha trazado el recorrido del cable, se deberá cavar parte de la zanja al pie de la antena para colocar el conducto metálico o de PVC junto al poste de sujeción al mismo tiempo que se vierte el concreto. Si esta medida no se lleva a cabo habrá que dejar los cables expuestos a la intemperie, quedando a la merced de una pala o un cortacésped.

#### 4.10.2. Uso del Concreto.-

El concreto es un material de construcción que se ha utilizado por varios siglos, conociéndose bien sus propiedades. Periódicamente se crean nuevos tipos para aplicaciones diferentes. Su solidez y permanencia es enorme cuando se prepara y se fragua debidamente. De lo contrario resulta una mezcla débil que se agrieta y se desintegra fácilmente.

El concreto se asemeja a una roca sintética y debe la solidez a sus ingredientes: grava, arena y cemento. Al añadir agua a la mezcla de cemento se produce una reacción química. El fraguado del cemento consiste en mucho más que la desecación del agua, el cemento actúa como un potente adhesivo ligando la grava y la arena a cualquier otra cosa.

En el transcurso de la reacción química se genera calor. En climas fríos, una pérdida súbita de este calor impedirá el buen fraguado del concreto, perdiendo así su solidez y agrietándose. Para retener el calor y evitar tales problemas, se debe cubrir la superficie del concreto con materiales aislantes, tales como paja y colchas. El proceso se puede acelerar añadiendo cloruro de calcio en una proporción del 2 %.

Las fundiciones de pilotes pueden construirse con cemento portland o con mezclas standard. Las fundiciones de losa con áreas de concreto grandes deben construirse con cemento portland aireado y ser armadas con una rejilla metálica. Esta mezcla

contiene aditivos que causan el atrapamiento de burbujas de aire, sirviendo éstas de lubricante para facilitar el vertido y esparcimiento del cemento. También sirven como amortiguadores para que el pedazo grande de concreto soporte las expansiones y contracciones sin agrietarse.

### **4.10.3. Soportes de Postes o Pilares.-**

Los postes o pilares son los soportes de antenas más comúnmente usados hoy en día, ya que proporcionan una plataforma fuerte y estable. Los postes no pueden utilizarse en lugares demasiados rocosos que no permitan cavar el agujero o donde la lámina acuífera está demasiado cerca de la superficie. Como el agua es un buen conductor de calor, una lámina acuífera alta puede causar que el nivel de congelamiento se extienda a una profundidad más grande de lo normal. Un poste vertical tampoco debe usarse para antenas con un diámetro más grande de 4 m ya que no soportaría la fuerza del viento. En su lugar debe utilizarse una torre de 3 patas para así distribuir la fuerza sobre toda la base.



Fig. 4.12

El agujero debe medir de dos a cuatro veces el diámetro del tubo, y debe extenderse un mínimo de 15.2 cm (6 pulgadas) más abajo del nivel de congelamiento, llenando el fondo con 15.2 cm de grava para permitir el desagüe. Normalmente se necesitan de tres a ocho bolsas de concreto de 36 Kg. para un soporte de poste típico.

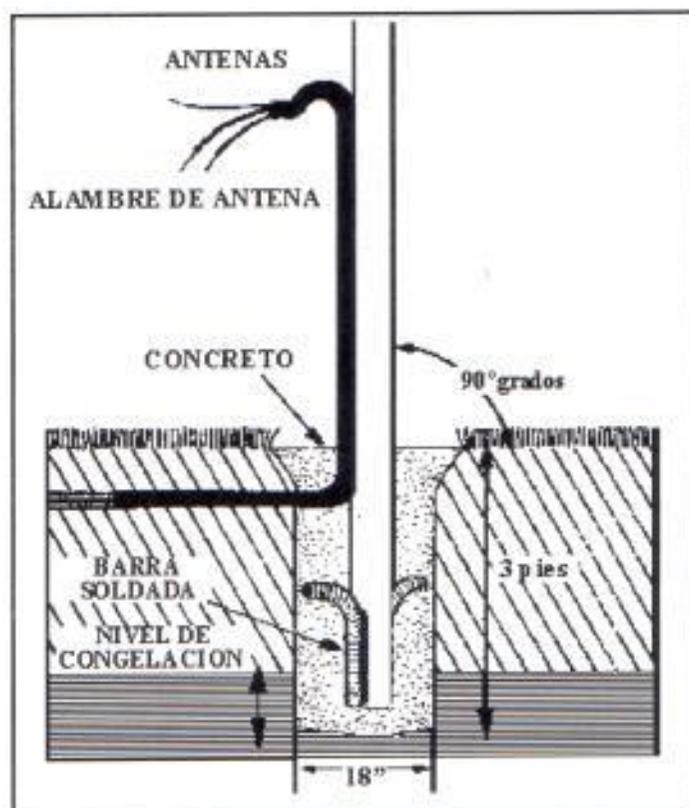


Fig. 4.13 Esquema de la Base de un Poste. El poste está enterrado en un hoyo normalmente dos o cuatro veces el diámetro del tubo. En el fondo del agujero, 15 cm (6 pulgadas) de grava permiten el desagüe y está bajo el nivel de congelación. Observe la barra de 12 mm (media pulgada) que atraviesa al poste para evitar que éste gire en su base de concreto cuando el viento azota la antena.

Normalmente se usan postes que se entierran 1 m dejando al aire unos 120 a 150 cm.

Por regla general el poste se entierra 30 cm más por cada 1.5 m de altura adicionales.

En terrenos blandos o arenosos los postes se deben enterrar a más profundidad para contar con una base de concreto más ancha. Una vez que el poste está colocado en el agujero se lo puede apoyar con rocas y luego se puede mantener en su posición final con maderos o vientos tensores. El poste debe quedar perfectamente vertical,

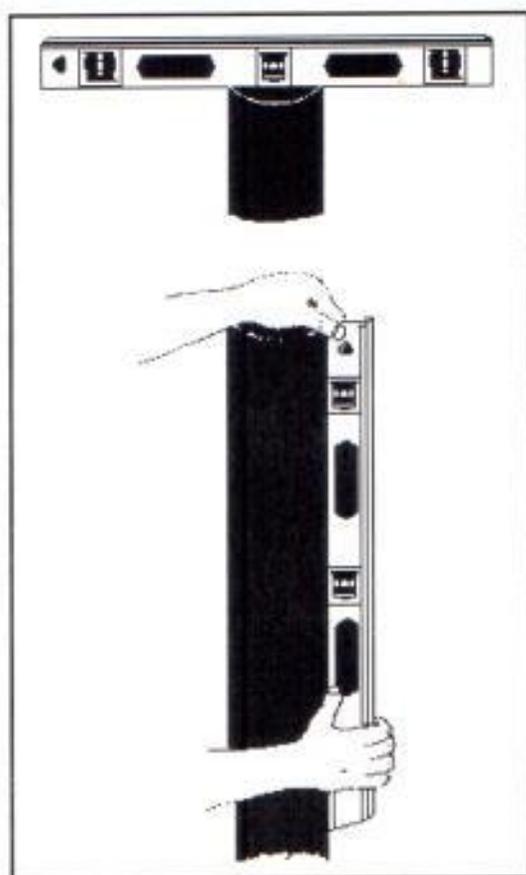
debiendo comprobarse su verticalidad en tres o cuatro puntos alrededor del poste con un nivel de carpintero de por lo menos 1 metro de longitud, Para obtener una mayor estabilidad en zonas de mucho viento se puede llenar el interior del poste con concreto.

Se recomienda usar postes de acero de un calibre mínimo de 40, siendo mejor los de calibre 80 y 120. Con los postes más pesados no es necesario llenarlos con concreto.

La mayoría de las antenas necesitan postes con un diámetro exterior de 3 a 4 pulgadas. Una vara metálica de 1/2 pulgada debe atravesarse en la parte inferior del poste, sobresaliendo 3 a 6 pulgadas a cada lado, o si no, se debe soldar al poste una barra de dimensiones similares. Esto evitará que la antena, bajo la presión del viento, haga que el poste se desprenda de la base de concreto y gire. En vez de un poste continuo, se puede enterrar una camisa dentro de la cual se puede empernar el poste largo. Si se diseña debidamente, este tipo de armado permitirá renivelar el poste en caso de que la base se mueva.

La mayoría de los soportes de postes carecen de mecanismos para ajustar el nivel una vez que el concreto ha fraguado. A menudo, sobre un período de tiempo, el viento y el agua hacen que la base del poste se mueva. Un disco parabólico grande inclinado hacia el cielo sur no tiene su peso distribuido en forma pareja en el poste, lo que produce un esfuerzo de flexión grande en el soporte. Careciendo de un ajuste de nivel, la alternativa es desenterrar el poste y enterrar con más concreto, o cortar el

poste y poner uno nuevo o tratar de nivelarlo con una máquina pesada tal como un cilindro hidráulico o un tractor.



**Fig. 4.14 Nivelación del Poste.** Debe de nivelarse tanto el extremo como el costado del poste. El extremo debe de estar cortado perpendicularmente para que la base quede en posición vertical. El nivel debe usarse en tres o cuatro lados del poste para asegurar su verticalidad.

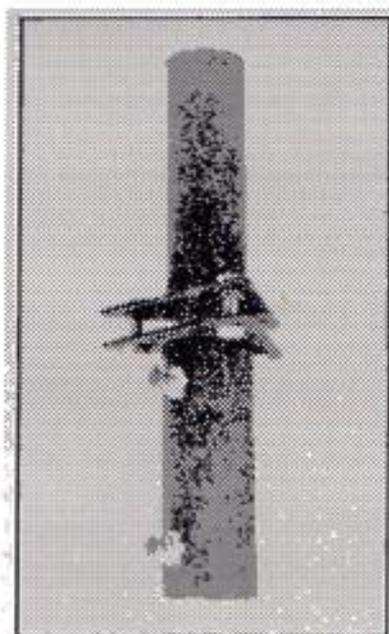


Fig. 4.15 Base de Poste Nivelable. Los postes pueden extenderse y nivelarse con este adaptador. Puede montarse en un poste corto enterrado en cemento al que puede montarse otro poste con el adaptador.

#### 4.10.4. Plataforma de Concreto.-

En casos donde el terreno es demasiado rocoso o duro para permitir cavar un agujero estrecho y profundo, o donde la lámina acuífera está demasiado cerca de la superficie, o cuando hay que instalar una antena especialmente grande, se debe poner una plataforma de concreto.

Una plataforma se construye cavando una zanja poco profunda y armando una forma de madera para sostener el concreto. Luego se añade grava para el desagüe y se coloca una rejilla metálica para mayor resistencia. Finalmente, se vierte concreto, teniendo el poste y el conducto en su sitio. Es preferible que la plataforma quede a ras del suelo para facilitar así el cortado de la hierba, y para evitar que el cliente tropiece con el borde de la plataforma. En terrenos desnivelados, siempre cave en la parte más alta en lugar de rellenar las partes bajas. De lo contrario, la plataforma seguramente se asentará inclinando el poste.

Una vez que el concreto haya fraguado, se podrán quitar las formas de madera. Las formas deben de construirse de madera verde de 5 por 25 cm. La madera seca absorberá el agua de la mezcla de cemento y estropeará el fraguado. Además, la superficie del concreto recién vertido se debe rociar con agua a menudo para mejorar el fraguado, manteniendo el exterior con la misma humedad que el interior, y prevenir así el agrietamiento.

Las plataformas de concreto sostienen las antenas gracias a su peso y su tamaño. En general, una plataforma reforzada con rejilla metálica debe de tener un espesor de concreto igual o más grande que el diámetro del poste. Sin refuerzos, este espesor debe aumentarse en un 50 %. El largo y ancho de la plataforma deben de ser a lo menos la mitad del diámetro del plato o la distancia de la superficie de la plataforma a la base de la antena. Por ejemplo, un plato de 3m debe descansar sobre una plataforma de 1.5 por 1.5 m con un espesor de 15 cm.

La rejilla metálica utilizada como refuerzo debe de ser por lo menos de alambre calibre 8, y tener los agujeros de no más de 15 cm cuadrados. Debe de quedar enterrada  $1/3$  del espesor del concreto.

Las plataformas requieren de un buen drenaje. Los suelos arenosos necesitan menos drenaje que los suelos arcillosos y rocosos, ya que éstos son más impermeables. La capa de grava bajo el concreto debe de tener un espesor igual a 50% a 150% del espesor del concreto.

El poste de montaje debe tener dos barras insertadas en la base en ángulos rectos. Al ponerse éstas en el concreto junto con el poste distribuirán la carga por toda la base de la plataforma para una mayor estabilidad. Las barras pueden atarse a la rejilla con alambre para lograr una resistencia aún mayor.

#### **4.10.5 Plataformas de Tres puntos y Cimientos de**

##### **Pilares.-**

Las plataformas de tres puntos y los cimientos de pilares sujetan con pernos un trípode que, a su vez, sostiene el poste de la antena. Las primeras son plataformas de concreto con tres o más pernos de anclaje, ya sea prefijados al concreto o taladrados después. Los segundos consisten de tres pequeñas plataformas llamadas

pilares, teniendo cada uno un pequeño cimiento de concreto fijado a barras reforzadoras y a pernos de anclaje.

Los pernos de anclaje deben ser de acero galvanizado (  $\square$  x 24 ó 36 pulgadas). Después de la instalación, deben sobresalir de 7.5 a 10 cm sobre la superficie. Esto permitirá nivelar el poste cuando haga falta. La parte visible del perno deberá de engrasarse antes de vertir el cemento para que las roscas no se llenen de concreto.

Para colocar los pernos de anclaje se debe usar una plantilla que represente la base del poste antes de vertir el concreto o mientras está blando. Los pernos se mantendrán cuidadosamente separados de la rejilla metálica o de la barra reforzadora para que no se muevan cuando se vierta el concreto. Los pernos nunca se deben soldar a las barras, ya que el calor los hará frágiles.

Una vez que el concreto haya fraguado completamente se le pueden introducir unos pernos especiales llamados "redheads" de 6 pulgadas de longitud con un diámetro mínimo de 5/8 de pulgada, en agujeros hechos con martillo perforador. Los pernos tienen un collar que se abre anclándose según se va apretando el perno, y soportan más de 18000 Kg de fuerza.

Una vez montado el trípode que sostiene la antena, éste se podrá nivelar, ajustando dos tuercas con arandelas de seguridad ubicadas por encima y debajo de la placa del

poste. Este arreglo permitirá volver a nivelar el poste en el futuro. Para facilitar este ajuste vertical, hay que procurar instalar los tres puntos de apoyo lo más nivelados posibles sobre la plataforma o los pilares. Dos de las patas del trípode han de ser orientadas en dirección este-oeste para permitir la instalación correcta de la base polar.

Algunos distribuidores construyen las plataformas en sus tiendas para transportarlas después al lugar de la instalación. Esta técnica tiene la ventaja de reducir gastos y facilitar la instalación en el invierno. Sin embargo como la plataforma de concreto puede asentarse, se necesitan equipos especiales para moverlas y pueden resultar difíciles de colocar en el lugar final. Un remolque de 1400 Kg (3000 lb) es capaz de aplastar las tuberías de regadío bajo tierra y a menudo no puede entrar al patio de los clientes. Aun así, este método puede resultar muy eficaz bajo ciertas circunstancias, para mantener la actividad del negocio en climas fríos.

#### **4.10.6. Instalaciones sobre Tejados y en Postes Largos.-**

Muchas instalaciones resultan imposibles de realizar directamente sobre el suelo debido a la presencia de obstrucciones que obstaculizan una visibilidad clara al arco de satélites. La única alternativa es montar la antena sobre el tejado.

Estas instalaciones son miradas con recelo por la industria de satélites ya que los tejados no suelen estar diseñados para soportar pesos que excedan los de una nevada normal, ni para soportar las enormes fuerzas ascendentes que producen los vientos en las antenas de satélite.

Varias compañías fabrican armaduras de acero soldado para la mayoría de los tejados. Estas deben fijarse sobre el máximo de pares del tejado posible para distribuir la carga. Si el tejado tiene vigas de acero, se recomienda que la armadura se fije a éstas. Dos o tres vientos, hechos de cables de acero extra resistente, pueden hacer que la antena sea más estable y prevenir que el plato sea arrancado y volado en caso de una catástrofe.

Hay que tener mucho cuidado de no romper las juntas herméticas del tejado que lo hacen impermeable. Es una buena idea usar un buen contratista de techado para protegerse de responsabilidades contraídas en caso de que se produzcan goteras.

Las instalaciones en los tejados tienen la ventaja de ser más fáciles y baratas de montar que la mayoría de las instalaciones en el suelo. Los riesgos de robos y vandalismo se reducen cuando se instala el equipo fuera del alcance. Sin embargo, los vientos son más fuertes por encima de los edificios que a nivel de la calle, y la vulnerabilidad a la interferencia terrestre es mucho mayor. Una inspección del lugar que no detecta niveles peligrosos de interferencia terrestre alrededor de la casa no es

indicativa de lo que puede suceder sobre el tejado. A una distancia de sólo unos pocos metros, la interferencia en el techo puede ser mucho mayor.

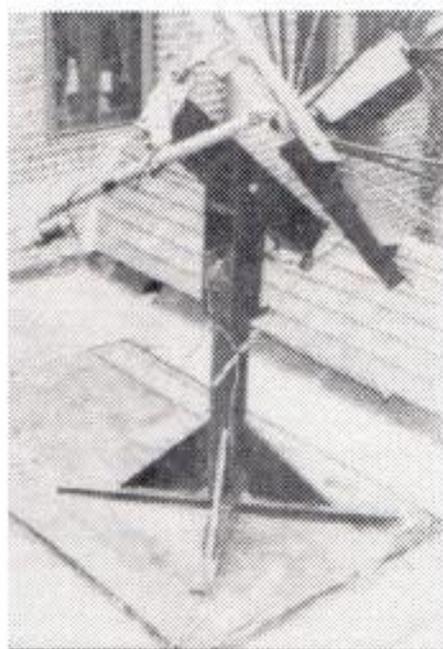


Fig. 4.16

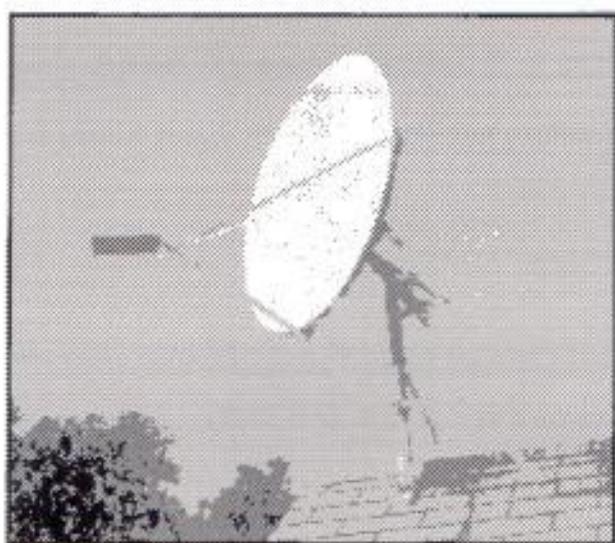
Los soportes o postes largos tienen mucho menos problemas que las instalaciones sobre el tejado y logran los mismos resultados. Como se fijan al suelo adyacente a un edificio, no es necesario obtener un permiso de construcción a no ser que se necesite una fundición de concreto en la base del poste. Sólo hay que tener en cuenta la estructura del edificio al fijar el poste a la pared. Con el fin de dejar el poste al edificio es mejor soldar orejuelas al poste que usar abrazaderas, ya que éstas pueden permitir que el disco gire cuando los vientos ejercen presión sobre el disco de la antena.

En el punto donde el poste alcanza el extremo superior de la pared tiene que haber al menos una unión del poste con la pared ya que este punto experimentará mayor

torsión. También ha de considerarse la estructura de la pared antes de fijar las orejuelas, para evitar la posibilidad de que se produzcan daños a la pared al moverse y torcerse el plato con las fuerzas del viento y la nieve.

En general, por cada 1.5 m de altura adicional sobre un poste normal de 1.2 a 1.5 m, el poste debe enterrarse otros 30 cm sobre los 90 cm normales. El poste deberá tener un diámetro 5 ó 15 cm más grande para mayor resistencia. Esto requiere utilizar un acoplador de distintos diámetros en la punta del poste. La base de la instalación deberá estar sujeta con vientos atados a puntos de sujeción cercanos.

Todos los cables utilizados para instalaciones en el tejado y de postes deben ponerse dentro de tuberías eléctricas. Esto evitará que el cable quede expuesto a los rayos ultravioletas y a otros enemigos como pájaros y roedores.



**Fig. 4.17 Antena de Banda Ku sobre un Techo.** Las transmisiones en la banda Ku llegan a la Tierra con más potencia que las de banda c. La ganancia de la antena también es mayor y la apertura del haz es más reducida según aumenta la frecuencia. Por lo tanto, un plato relativamente pequeño de 1.2 m (4pies) es suficientemente grande para recibir excelentes imágenes de televisión. Esta antena también está menos expuesta a la presión del viento.

## **4.11. Excavación de zanjas y tendido de cables**

El tendido del cable entre la antena y el equipo en el interior del edificio debe ser cuidadosamente instalado y quedar bien protegido. Se usan una serie de técnicas diferentes según el tipo de cable necesario, la longitud del tendido, las condiciones del terreno, y el emplazamiento de la antena. Así por ejemplo, no hay que excavar una zanja cuando la antena va sobre un poste alto.

### **4.11.1. Excavación de la Zanja.-**

Si la zanja es necesaria, lo primero que hay que hacer antes de ponerse a cavar es averiguar la situación de los conductos subterráneos de electricidad, gas y teléfono. La profundidad de la zanja depende de muchos factores. Si se utiliza un conducto eléctrico rígido, se correrá menos riesgo. Por lo general una profundidad de 30 a 46 cm es suficiente.

No rellenar la zanja hasta haber completado la instalación y comprobado que no hay defectos en el cable. Esta precaución evitará tener que volver a excavar la zanja.

#### 4.11.2. Uso de Conducto Eléctrico.-

Aunque hay cables que pueden quedar bajo tierra sin conductos protectores, las tuberías rígidas ofrecen una protección extra en contra de daños, y en algunos casos se recomiendan mucho. Así, cuando el cable debe de ir bajo una calzada o de un camino, cuando hay roedores, y en lugares con agua subterránea, conviene utilizar tuberías. Sin embargo hay que tener cuidado con las tuberías, pues a veces si están mal instaladas pueden crear problemas como convertirse en sifones retenedores de agua, habiendo que excavar la tubería para desaguarla.

Los conductos deben tener a lo menos el doble de diámetro que los cables que contienen. En las curvas se deberá poner la tubería usando curvas amplias en vez de ángulos rectos para facilitar la extracción y cambio del cable en la tubería.

Hay que tomar precauciones para evitar la entrada de agua, sobretodo en el extremo de la antena. Los segmentos de tubería han de ir pegados firmemente y ser herméticos. Cuando se trabaja con tubería tipo polivinilo hay que procurar no derramar pegamento o solvente sobre el aislante del cable. Algunos aislantes se deshacen con estos solventes, pudiendo resultar en daños a los cables.

Al pasar el cable por la tubería, no se debe de dejar el cable sobre el suelo para que no se ensucie ya que dificultaría su paso. Se puede utilizar un alambre rígido para pasar los cables por la tubería. Todos los cables pueden fijarse al poste de soporte

atándolos con alambre o con abrazaderas. Un lazo de goteo se debe poner en el área donde termina el cable para evitar que el agua llegue al convertidor. Un lazo de goteo es simplemente un lazo en el cable que queda más bajo que los conectores, un agujero en la pared o la entrada en el fondo de una caja impermeable. El agua de lluvia, hielo o nieve derretida se acumulan en este punto para luego gotear desde ahí.

#### **4.11.3. Tipos de cable para Televisión Vía Satélite.-**

Las líneas de enterrado directo típicamente contienen dos cables coaxiales del tipo RG-59 o RG-6, o un coaxial con cuatro alambres para la alimentación del convertidor descendente, tres alambres para el control de polarización y el alimentador, y 5 alambres para el control y la alimentación del actuador. Normalmente estos cables se someten a una prueba de continuidad para asegurar que no haya roturas o discontinuidades.

La línea del actuador consiste en dos alambres de motor calibre # 14 para 36 voltios CC, y tres alambres #20 para el sensor (incluyendo el alambre de tierra). Estos cables suelen ser adecuados para una distancia de hasta 60 m (200 pies). Para distancias mayores hay que usar alambres # 12 en las líneas de poder.

### Tamaños de Cable Coaxial recomendados

| Máx. frec. aprovechable.<br>(sin amplificación) | Longitud del cable (pies) |       |       |
|---|---------------------------|-------|-------|
|   |                           | 80    | 150   |
| 70 MHz...                                       | RG-59                     | RG-59 | RG-6  |
| 950 MHz...                                      | RG-6                      | RG-6  | RG-11 |
| 1450 MHz...                                     | RG-6                      | RG-6  | RG-11 |

### Diámetros de alambre recomendados para dispositivos de Selección de Polaridad

| Long. máx. del cable (en pies) | Diámetro del alambre (blindado) |
|--------------------------------|---------------------------------|
| 80                             | 20                              |
| 150                            | 18                              |
| long. mayores hasta 300 pies   | 16                              |

### Diámetros de alambre recomendados para cables de control del actuador.

| Long. máx. del cable (pies) | Diámetro del alambre motor | Sensor blind. |
|-----------------------------|----------------------------|---------------|
| 80                          | 16                         | 20            |
| 150                         | 14                         | 20            |
| 300                         | 12                         | 20            |

Minimizar la longitud del tendido del cable tiene una serie de ventajas. En los tendidos más cortos hay que excavar menos zanja lo que es más barato. Cuando los tendidos sobrepasan los 90 m hay que utilizar líneas más gruesas para evitar

problemas como servo oscilaciones de buscado o cuenta errónea del actuador. Si se emplea un plato muy pequeño para el largo del tendido, habrá que recurrir a un amplificador de línea intermedio para aumentar la potencia de la señal de frecuencia intermedia.

Los cables de enterrado directo pueden llevar una o dos líneas extras para otras aplicaciones. Será conveniente disponer de estas líneas suplementarias para usarlas como tierra común.

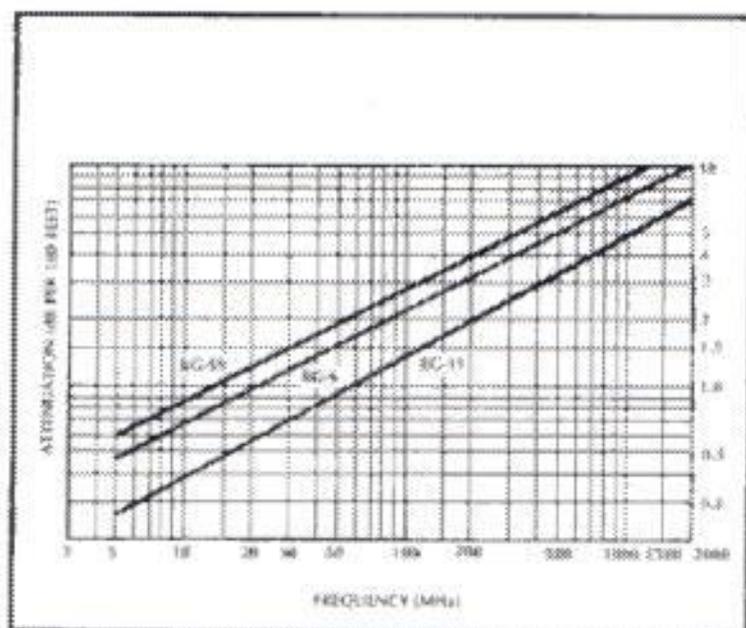


Fig. 4.18 Gráfico de la Atenuación del Cable. El gráfico presenta la cantidad de señal perdida por pie en algunos cables utilizados por sistemas de TV vía satélite. En el gráfico se puede obtener con facilidad la atenuación por pie en decibeles para la gama de frecuencias normalmente encontrada.

#### **4.11.4. El Ingreso a la Casa.-**

La mayoría de los clientes prefieren que los cables no queden a la vista. Los agujeros perforados en una casa deben ser lo más pequeños posibles y deben quedar bien sellados al terminar el trabajo. Si el acceso se hace por un sótano, se pueden perforar agujeros bajo tierra, pero deberán ser impermeabilizados. Los agujeros se deben hacer a un mínimo de 30 cm de los enchufes eléctricos para no tocar los cables.

Hay que tener mucho cuidado al perforar cerca de los baños y las cocinas donde se pueden encontrar cañerías de agua.

Las perforaciones en la pared se harán siempre desde el interior de la casa hacia el exterior y no al revés, y solamente una vez que todas las mediciones han sido realizadas y se ha determinado la dirección de perforación. Siempre que sea posible se debe utilizar conectores murales del mismo estilo que el de los enchufes eléctricos. Nunca tienda el cable paralelo a una línea eléctrica, ya que captará interferencias de ingreso como un zumbido de 50 o 60 ciclos.

#### **4.12. Armado del disco, del alimentador y del LNA.**

El disco, el alimentador y el LNA son las piezas claves de un sistema de satélite. Si no se seleccionan e instalan debidamente, el mejor receptor y modulador del mundo no podrá mejorar la calidad de la imagen.

#### 4.12.1. Armado del disco.-

Cada antena viene con sus propias instrucciones de armado. Hay que leer cuidadosamente estas instrucciones, para decidir si es necesario emplear herramientas especiales o usar gente adicional. Antes de proceder al lugar de instalación hay que asegurarse de que se cuenta con todas las piezas necesarias.

Los platos repujados o estampados vienen en una sola pieza, así que no hay que armar el reflector. El paso más importante es el empernado del soporte a la antena. Cuando hay que perforar agujeros para montar el plato sobre el soporte, es esencial que el soporte esté centrado. Esto se consigue cruzando dos cordones atados a esquinas opuestas del soporte, alineando el cruce con el centro del plato. Los platos repujados siempre llevan un agujero en el centro desde donde han sido sujetos por el torno. Los platos estampados suelen tener un agujero para el gancho o un punto central identificable que fue usado durante el proceso de fabricación. Se deben usar arandelas aislantes o anillos separadores de goma que a menudo vienen incluidos para servir como amortiguadores. Si el plato es de aluminio y el soporte es de acero, es aún más importante emplear las arandelas de goma para evitar la electrólisis que se produciría entre estos dos metales diferentes. Con el tiempo, este tipo de corrosión se "comería" estos puntos de fijación.

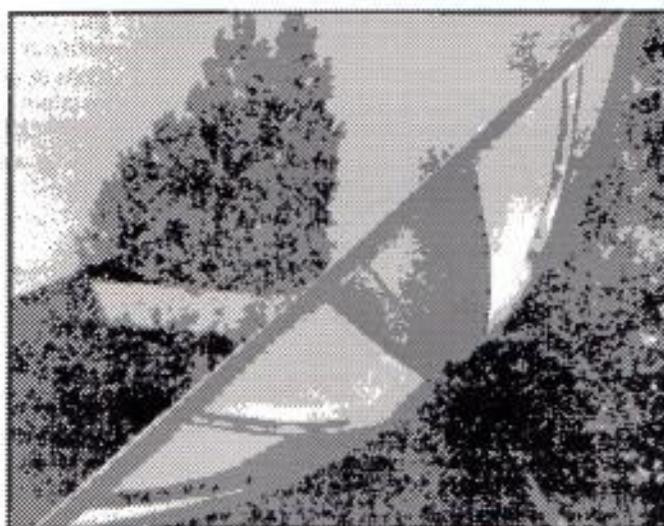


Fig . 4.19 Prueba de Deformación del Disco. Mirando el disco de canto se deben observar los dos bordes para verificar que queden paralelos. Este método es muy eficaz para determinar si existe alguna deformación.

Hay dos métodos simples y fiables para verificar que los platos no se han deformado durante su fabricación, transporte o montaje. En el primero, se mira a lo largo de un canto hasta que el otro borde quede en el mismo plano. Los dos bordes deben de percibirse como dos líneas rectas, una encima de otra. En el segundo, se usan dos o tres cordones fijados al borde exterior de la antena. Si los cordones ejercen presión sobre los otros o quedan muy separados, el plato está deformado. Cuando el plato no está deformado, los cordones rozan levemente. Con tres cordones cruzados se puede localizar el centro con facilidad.

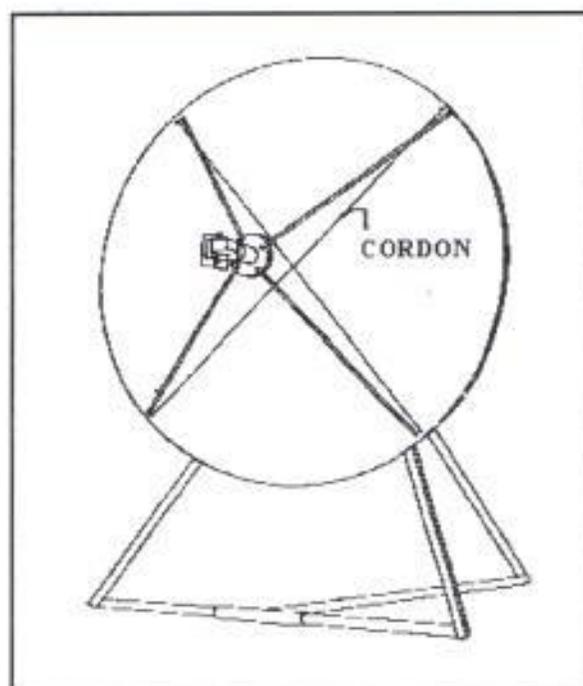


Fig. 4.20 Prueba con Cordones. Otro método eficaz para determinar si hay deformaciones consiste en tender dos o tres cordones sobre la cara del disco y atarlos a los borde. Si los cordones quedan muy separados o se tocan con tensión, el disco está deformado. Si el conjunto alimentador está montado en un trípode, mirando por detrás del disco a través del agujero en su centro, el alimentador deberá estar alineado con la intersección de los cordones.

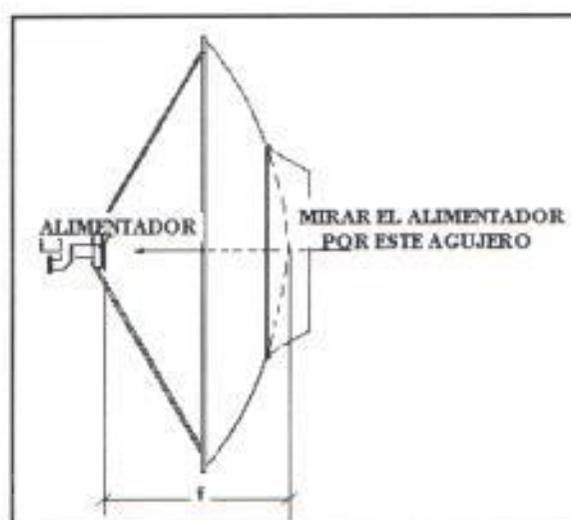


Fig. 4.21 Observación del Disco con Cordones. Mirando por detrás del disco al punto donde se cruzan los cordones, el alimentador debe estar justo en el centro, al igual que en la mira telescópica de un rifle.

Los discos de fibra de vidrio deben armarse sobre una superficie plana para asegurarse de que todas las secciones se juntan dejando un borde totalmente plano. De nuevo, no se deben apretar los pernos hasta que se haya completado el armado para permitir que las secciones queden acopladas, unas con otras, en forma pareja y suave. Algunos discos de fibra de vidrio pueden armarse sobre el soporte. En todos los casos, los pernos se deben apretar poco a poco, trabajando desde el centro hacia el exterior para hacer que el plato se expanda hacia el exterior.

Los platos de malla pueden armarse sobre cualquier superficie. Si se trabaja sobre la hierba o un material blando tal como cajas de cartón, se evitará que se arañe la pintura. Resultará conveniente colocar el cubo central sobre una mesilla o una lata de basura para facilitar la colocación de los radios, paneles, pernos y tornillos. Si se entregan broches de fijación contra el viento se deben usar, para evitar que los paneles se suelten o desprendan bajo vientos fuertes. Algunos instaladores enhebran un alambre adicional por el borde de todos los paneles para ofrecer aún más protección contra el viento.

#### **4.12.2. Colocación del Plato sobre el Poste.-**

Excepto los de fibra de vidrio, la mayoría de los platos pueden ser levantados fácilmente por dos personas. Los platos de fibra de vidrio son mucho más pesados, especialmente los grandes sobre 3.7 m de diámetro que tienen que ser levantados

por cuatro personas. En algunos casos hay que usar una grúa. Debido a este peso, algunos fabricantes han rediseñado las antenas de fibra de vidrio para hacer posible su armado directamente sobre el soporte una vez que éste ha sido montado sobre el poste.

También se pueden instalar otros tipos de plato montando primero el soporte sobre el poste, y después colocando la antena ya completamente armada en la posición correcta sobre el soporte y luego fijándola con los pernos.

Los discos de metal repujado o estampado tienen superficies que se deforman con facilidad, las cuales se pueden abollar o arañarse fácilmente. Esos platos deben de montarse al final una vez que el soporte ha sido instalado sobre el poste, para evitar así que se doblen los bordes desde donde se levanta el plato. El plato también puede sufrir daños antes de conectar el brazo del actuador ya que el plato puede moverse libremente y golpear a otros objetos.

#### **4.12.3. Armado de la Estructura del Alimentador /LNA.-**

El alimentador y el LNA tienen que ser empernados antes de instalarlos sobre su soporte de gancho o trípode. Se deben observar dos instrucciones importantes: nunca tocar o doblar las sondas de ninguno de estos componentes ya que éstas están finamente sintonizadas en la posición correcta y cualquier alteración de ellas

cambiará el VSWR, y la cantidad de señal reflejada y perdida en sus entradas; y segundo, siempre emplee las empaquetaduras provistas para ser insertadas entre las bridas. Estas juntas protegen contra la entrada de agua, pero no si se usan sellantes porque tiene que haber contacto metálico entre ellas. La distancia entre estas juntas no debe aumentarse ya que esto alterará el apareamiento de las impedancias entre las guías de onda. Los pernos en estas bridas deben quedar separados uniformemente y bien apretados.

La mayoría de los alimentadores tienen tapas de plástico con agujeros pequeños para permitir el escape de agua de condensación. En ocasiones, cuando se ha dejado el alimentador descubierto, insectos han construido nidos en su interior, perjudicando la recepción de las microondas.

#### **4.12.4. Alineación correcta de la Sonda de Selección de la Polaridad.-**

Cuando se emplean alimentadores con servomotor es imprescindible calibrarlos de tal forma que su posible rotación de  $180^\circ$  esté centrada con respecto a las dos polarizaciones de señal. Se puede conectar el servomotor a un dispositivo de control tal como un receptor, o un actuador si corresponde, para controlar en donde se deben colocar los límites del movimiento. Si está bien instalado, el motor debe girar  $90^\circ$  entre las señales de polarización horizontal y vertical, y aún tener suficiente

movimiento para moverse en los dos extremos de su movimiento. Esto permitirá que se hagan los ajustes de sesgo necesarios para rastrear satélites con diferentes orientaciones de polarización, y lo que es aún más importante, evitará que el motor se quede fijo en un límite y se quemé o se quemé el cronómetro del receptor. Este procedimiento también permitirá saber si el motor de la sonda está funcionando correctamente.

#### **4.12.5. Modificaciones para Captar Señales de Polarización Circular.-**

Un alimentador escalar común con regulación del sesgo puede ser modificado para recibir y distinguir señales con polarización circular izquierda y derecha. Esto se logra al introducirle un pedazo dieléctrico de teflón.

Para lograr con un mismo alimentador una buena recepción de las polaridades lineal y circular, lo primero es regular la posición de la sonda hasta captar bien al satélite más débil. Luego, al introducir el dieléctrico, se lo alinea exactamente con la dirección de la sonda para que las señales de polarización lineal se atenúen lo menos posible. Al mover la sonda  $45^\circ$  a cualquiera de los lados del dieléctrico, se podrán captar las transmisiones de pol. circular de los satélites internacionales.

El pedazo de teflón convierte las señales de polarización circular en lineales, con lo que pueden ser captadas normalmente por el alimentador. Una instalación correcta evitará en lo posible las pérdidas que esta modificación pueda ocasionar. Algunos fabricantes de alimentadores ofrecen estos dieléctricos con instrucciones para su instalación y uso.

#### 4.12.6. Alineación Correcta del Sistema de Alimentación.-

Uno de los procedimientos más importantes, pero a menudo ignorado en la instalación de una antena de satélite, es el ajuste de la longitud focal y la alineación del centro del sistema de alimentación. Para maximizar el rendimiento de todo el sistema, la instalación del alimentador debe efectuarse cuidadosamente

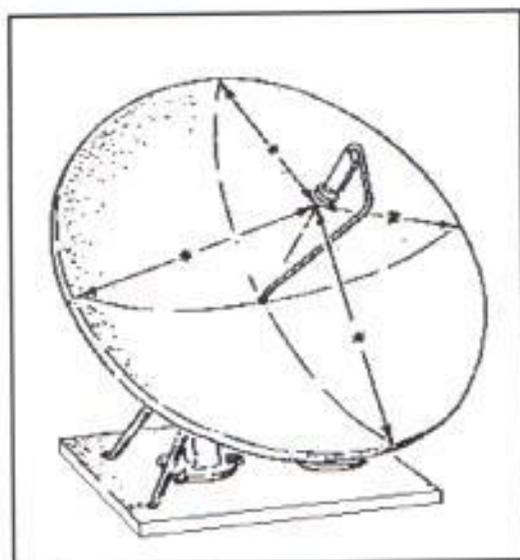


Fig. 6.22 Centrado del alimentador. El alimentador puede ser centrado fácilmente tomando tres o cuatro medidas que deben ser iguales, desde varios puntos alrededor del borde del disco hasta el alimentador.

Siempre siga las instrucciones de instalación del fabricante para encontrar la longitud focal correcta. Cada antena tiene su propia relación  $f/D$  y longitud focal. Como ejemplo, un reflector de 3 m tiene una longitud focal de 88.9 cm. La longitud se mide desde el centro de la superficie del plato hasta el borde frontal de la bocina. Centrar el alimentador es tan importante como ajustar la distancia focal. hay al menos tres métodos para lograrlo:

1. Mida en cuatro puntos la distancia entre el borde del disco reflector y la garganta del alimentador. Estos puntos deben de estar en las posiciones 3, 6, 9 y 12 horas en un reloj. Las cuatro mediciones deben ser muy parecidas. De lo contrario, la bocina ha de moverse hasta que las cuatro medidas sean idénticas.
2. Atraviese la superficie del plato con dos cordones en ángulo recto. Esto se parece al procedimiento descrito anteriormente para ver si el plato está deformado. Ate dos cordones más por detrás del plato cruzándolos en forma similar. El punto de mira que pasa por ambos cruces determinará el centro para alinear el alimentador.
3. Emplee un buscador focal, un dispositivo relativamente barato, para centrar el alimentador. Introduzca el buscador focal en la garganta de la bocina y ajústelo hasta que toque el centro del plato.

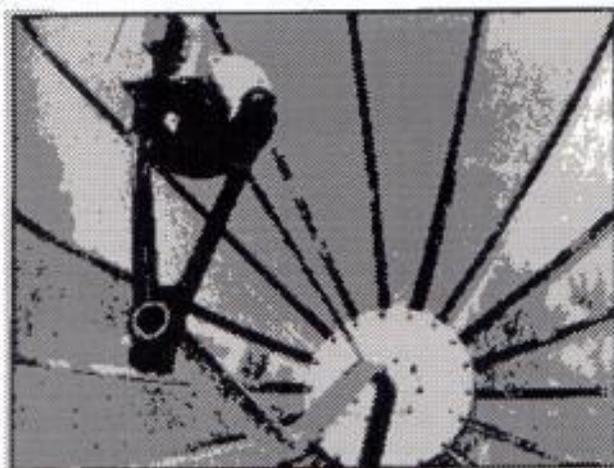


Fig. 4.23 Empleo del Buscador Focal. La foto muestra un buscador focal introducido en la garganta de una bocina. Apunta directamente al centro de la antena. Si se hubiera empleado un tripode en lugar de un alimentador tipo gancho, el brazo telescópico del buscador focal habría llegado hasta el centro de la antena.

Cuando se usa un soporte de alimentador de gancho, se pueden usar tres cables de diámetro reducido con ganchos que se fijan en las posiciones 12, 4 y 8 en el reloj. Los otros extremos de estos cables se fijan a la antena mediante broches metálicos que se deslizan en el lado exterior del plato. Este conjunto de vientos permite centrar el alimentador apretando o soltando los diferentes ganchos roscados.

Todos los alimentadores están diseñados para funcionar óptimamente con una relación  $f/D$  determinada. Se ha de seleccionar el modelo que dé los mejores resultados.

## **4.13. Instalación del actuador**

Lo primero que hay que hacer en la instalación de un actuador es leer las instrucciones. Nadie conoce mejor que el fabricante los problemas que una mala instalación va a ocasionar. Las instrucciones suelen detallar claramente los errores a evitar y los procedimientos de instalación correctos.

### **4.13.1. Montaje Mecánico.-**

Una vez que el plato esté montado sobre el poste, se puede proceder a colocar el actuador. Los dos puntos de rotación han de ir sujetos al soporte con articulaciones de rótula para que puedan oscilar lateralmente y no se traben. Esto es muy importante ya que la presión lateral en el tubo interior puede doblarlo y aplastarlo. Estas fuerzas laterales también pueden gastar el aro sello interno que protege contra el ingreso de agua entre los tubos interiores y exteriores.

También habrá que colocar el brazo para que forma un ángulo de a lo menos 30 grados con la parte posterior del plato en todos los puntos de su traslación. Un ángulo menor hace que el motor trabaje más, pues pierde palanca. La longitud de los brazos del actuador varía entre 30 y 132 cm y se han de escoger para que tengan suficiente palanca para mover el plato fácilmente. Cuanto más grande y pesado sea el plato, más largo tendrá que ser el brazo. Además el brazo tiene que quedar lo más

paralelo posible al plano de rotación para minimizar el momento de torsión que puede provocar deformaciones.

La abrazadera del brazo exterior debe de ajustarse de tal forma que la antena gire más allá del punto de rastreo más occidental. Se debe escoger esta posición porque el brazo del actuador viene con el tubo interior totalmente contraído.

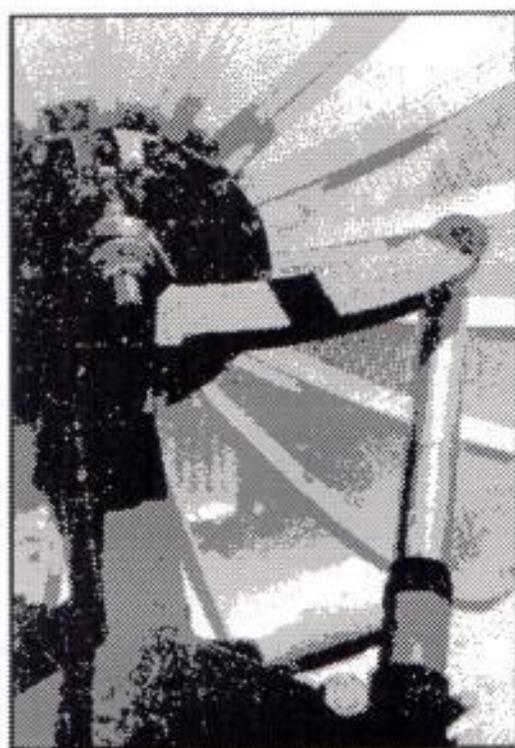


Fig. 4.24 Montaje del Brazo Actuador. El ángulo entre el brazo del actuador y la superficie posterior de la antena tiene que ser por lo menos de 30 grados para darle la fuerza de palanca suficiente para mover el disco. Este brazo ha de montarse con el motor mirando hacia arriba para permitir el drenaje y con articulaciones esféricas en los dos puntos de unión.

La mayoría de los brazos de los actuadores pueden ejercer fuerzas superiores a 680 kg. (1500 lb). Así es que hay que asegurarse de que la antena pueda moverse en todo su arco sin que choque contra ningún objeto, tal como árboles, cercas, y de que el actuador no se atasque con ninguna parte del soporte o del plato a través de todo su arco de movimiento, inclusive más allá de los límites este y oeste programados. Acuérdesese de dejar suficiente cable en el actuador y en el convertidor descendente para que la antena se pueda mover por todo su arco sin tirar del cable, y para poder hacer un lazo de goteo.

#### **4.13.2. Prevención de Daños causados por el Agua.-**

El agua es el enemigo número uno de los actuadores. Si logra acumularse en la cubierta del motor o en la caja de engranajes puede causar corrosión, produciendo aún más daños si se congelan y atascan los motores y engranajes.

Los actuadores deben montarse de manera que el motor quede mirando hacia arriba y que los orificios de drenaje bajo la cubierta queden hacia abajo. Si no hay tales orificios, perfore uno o dos agujeros de 5 mm en el punto más bajo de la cubierta. Esta medida permitirá escaparse al agua, que se introduzca por condensación, antes de que se acumule.

Otro lugar por donde puede entrar el agua es el espacio entre los brazos. Casi todos los fabricantes proporcionan una empaquetadura de goma o sello del eje para proteger esta separación. Los actuadores son la parte del equipo que hace mayor parte del trabajo mecánico. Si no se instala debidamente resultará en una avería.

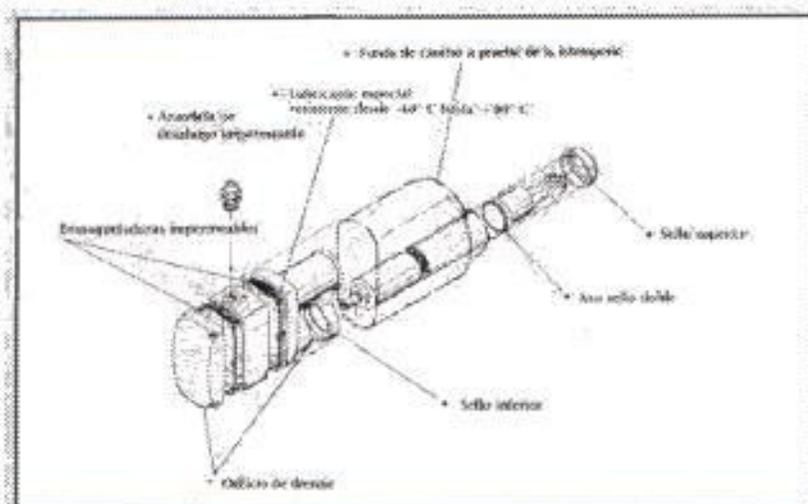


Fig. 4.25 Impermeabilización de un Brazo de Actuador. El diagrama muestra los puntos en los cuales un actuador debe ser protegido contra el agua.

### 4.13.3. Conexión eléctrica del Actuador.-

Casi todos los cables para enterrado directo traen los alambres necesarios para conectar la mayoría de los actuadores. Dos alambres de calibre 14 llevan unos 36 Vcc para alimentar al motor. Si al presionar el botón de dirección este en la caja de control, el plato se mueve hacia el oeste o viceversa, el problema se resuelve invirtiendo los alambres. Tres alambres blindados de calibre 20 traen los pulsos de

recuento desde los sensores del actuador a la caja de control en la casa. Algunos sistemas no precisan que se conecte el alambre de tierra, pero lo deberían hacer. Estos alambres están blindados para evitar que las sobretensiones parásitas se hagan pasar por pulsos de recuento cuando se emplean cajas de control que esperan estos pulsos procedentes de sensores.

Es importante usar y dejar bien puestos los sellos que protegen los puntos de entrada del cable contra el ingreso de agua.

#### **4.14. Montaje y conexión del convertidor descendente**

Los convertidores descendentes se colocan ya sea en el foco del plato tras el LNA, como ocurre a veces con los convertidores descendentes en bloque, o sobre el poste inmediatamente debajo del plato en una caja impermeable. La elección del lugar de colocación depende del tipo de convertidor descendente y de su peso.

La mayoría de los nuevos convertidores descendentes en bloque son pequeños y ligeros. Pueden montarse directamente sobre el LNA con un conector tipo N macho/hembra, o con una conexión tipo RG-214 corta, la cual no debe torcerse mucho o cambiará su impedancia, resultando en pérdidas. En el caso posterior, se podrá a veces fijar el convertidor descendente al LNA con abrazaderas o atándolo

con alambres. Estos componentes deben tener una cubierta para protegerlos contra los elementos.

Los convertidores descendentes individuales y dobles generalmente son más grandes. Si se pone mucho peso sobre la estructura del alimentador, el viento o el movimiento de rastreo del plato producirá vibración. Si el convertidor es muy grande y pesado será mejor ponerlo en una caja hermética en el poste. La conexión entre el convertidor descendente y el LNA se hace con una conexión tipo RG-214, normalmente de una longitud de 2.4 a 3 m. La caja hermética se recomienda mucho para mantener la humedad fuera de los conectores de entrada y salida del convertidor descendente.

Los convertidores descendentes individuales y dobles pueden causar desviaciones entre los canales de satélite cuando se les expone a grandes variaciones de temperatura. Además de la impermeabilización, algunos instaladores añaden materiales aislantes para mantener la unidad fría en el verano y más caliente en el invierno. Si los componentes electrónicos se dejan encendidos continuamente, se contribuirá a mantener el convertidor descendente caliente y se reducirá la desviación.

Los convertidores descendentes individuales pueden emitir interferencia al plato si están montados sobre su foco, a no ser que estén bien blindados. Esto se debe a que producen frecuencias de mezclado en la banda de satélite a 70 MHz... por encima o

por debajo del canal deseado. Estas frecuencias pueden llegar hasta el plato y causar problemas. Se recomienda que los convertidores individuales se monten en el poste de soporte tras la antena en una caja hermética.

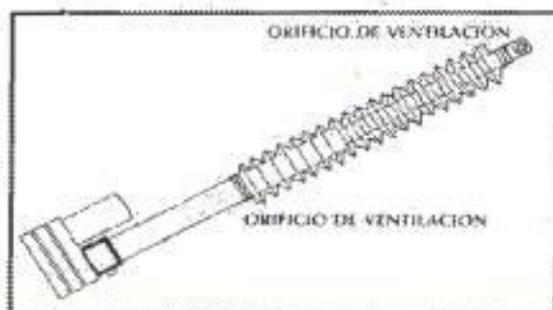


Fig.6.26 Funda del Actuador. Una funda de neopreno debe tener agujeros de ventilación en ambos extremos y quedar bien fijada a los brazos externo e interno del actuador.



Fig. 6.27 Conexiones eléctricas de un Actuador. Se usan cinco alambres para conectar el motor de este actuador a la caja de control. Los dos alambres más gruesos a la derecha son para la alimentación del motor.

## **4.15. Conexiones eléctricas**

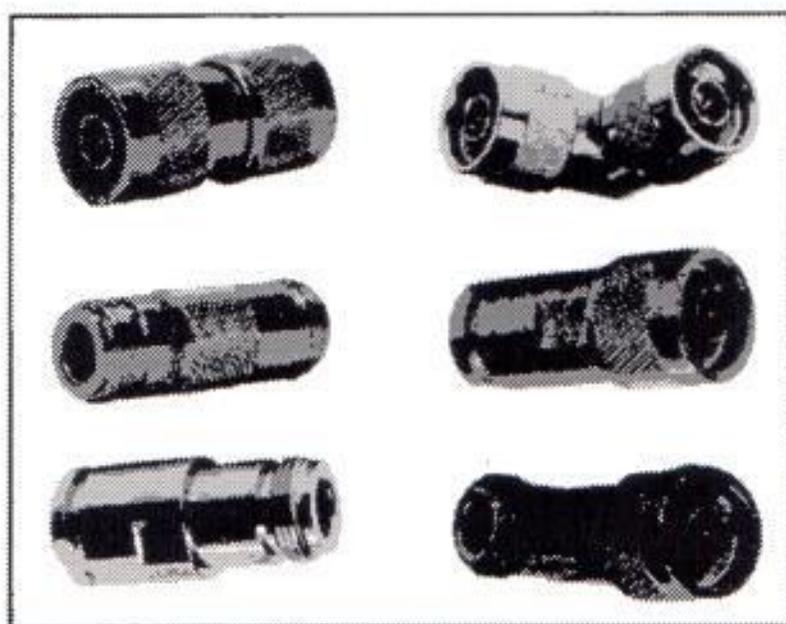
Las malas conexiones y la mala colocación de los cables pueden acabar con una instalación. Un cable mal conectado a tierra, o un conector con fugas es todo lo que hace falta. Los distribuidores deben familiarizarse con los conectores que vayan a usar y aprender a instalarlos correctamente. Por suerte, sólo hay un número limitado de conectores y cables que han sido normalizados para la industria de la televisión vía satélite. Así que adquirir la experiencia y las herramientas necesarias es muy sencillo.

### **4.15.1. Tipos de conectores.-**

Los tipos más familiares de conectores que se encuentran en las instalaciones de TV vía satélite son los del tipo N y F, los enchufes de entrada fonográfica, los RCA, los enchufes tipo Moly, y los terminales de orejera sin soldadura. Cada uno de ellos tiene su aplicación especial y pueden precisar herramientas especiales para su instalación.

#### 4.15.1.1. Conectores Tipo N .-

Los conectores tipo N se utilizan para unir los LNA y los convertidores descendentes mediante acoplado directo o por conexión con cable. Con las frecuencias más altas que se encuentran en la TV vía satélite es muy importante emplear conectores de calidad con un baño de plata. Muchos distribuidores venden conectores de cable preparados con conectores tipo N. Al instalar estos conectores, es preferible usar los que tienen el conductor central soldado a los contactos, en lugar de los de contacto por presión. Una instalación incorrecta de los conectores resultará en una gran pérdida de señal, a veces incluso mayor que la ocurrida con un cable no apropiado.



**Fig. 4.28** Conectores Tipo N. Los conectores tipo N se emplean para unir cables RG-214 o similares y están clasificados para las frecuencias de microonda más altas en la banda C. Son más difíciles de instalar debidamente que los conectores tipo F y se suelen adquirir ya unidos al cable coaxial.

#### 4.15.1.2. Conectores Tipo F .-

Estos conectores son la norma de la industria para conectar cable coaxial a los convertidores descendentes, receptores y televisores. hay varias clases para los cables coaxiales RG-6 y RG-59. Algunos traen una abrazadera separada. Es necesario que estos conectores se instalen correctamente.

Los conectores tipo F se colocan pelando 2 cm del aislante exterior. Después se dobla hacia atrás el trenzado de tierra y se recorta 3 mm. El trenzado se dobla sobre el aislante exterior más allá del punto de 2 cm. A continuación se separa 13 mm de la camisa blanca aislante del conductor interno. Para asegurar un buen contacto, conviene limpiar el alambre conductor raspándolo con un cuchillo. Si la abrazadera es separada, se enrosca antes del cuerpo del conector. El conector se enrosca sobre el cable hasta que la camisa dieléctrica blanca quede a nivel con el borde interno del conector. Finalmente, se fija a la abrazadera sobre el alambre de tierra y la funda exterior.

Al instalar un conector tipo F es importante emplear una engarzadora en lugar de simples alicates. Esta herramienta especial comprime el conector con la camisa en forma pareja en todos los lados. Los alicates deformarían la camisa aislante interior cambiando las características eléctricas del cable resultando en pérdidas de señal debido a desigualdades de impedancia.

Los conectores a presión se deben de rechazar, ya que no proporcionan una conexión tan buena como los conectores enroscados y pueden emitir o dejar entrar radiación por el punto de conexión. También son más fáciles de desenchufar accidentalmente que los de rosca.

Los conectores tipo F pueden conectarse con conectores tipo F-81 que tienen dos extremos hembra. Esto no es aconsejable excepto en casos de absoluta necesidad, ya que se produce otro punto de pérdida de señal y otro lugar por donde puede entrar la humedad.

Conectores para audífonos o enchufes tipo RCA .- Los enchufes del tipo RCA son a menudo necesarios para hacer llegar la señal de audio y de vídeo desde un receptor a un equipo estéreo o a moduladores exteriores. No se deben de utilizar nunca para señales de frecuencia más alta porque no están bien blindados como los conectores F. Casi todos los conectores de audífonos tienen que ser soldados a un cable bifilar o coaxial. Los problemas de suelda se evitan utilizando adaptadores a conectores F. En las tiendas de equipos electrónicos se pueden adquirir cables de varias longitudes con conectores ya unidos.



Fig. 4.29 Conector Tipo F. Estos conectores se emplean con los cables RG-59, RG-6, y RG-11 para frecuencias menores a 1.5 Mhz.

**Enchufes en Bloque de Nylon.-** A veces se encuentran enchufes en bloque de Nylon como el de tipo Moly. Tienen puntas de contacto en el interior que se insertan después de colocar los alambres. Estas puntas calzan muy bien en el alojamiento pero son casi imposibles de extraer sin una herramienta especial.

**Terminales de Orejera sin Soldaduras.-** Estos terminales están hechos para uso con regletas de terminales de enrosque, del tipo que se encuentra a menudo en los receptores y en los convertidores descendentes. El alambre que entra al terminal queda engarzado o soldado. Estos terminales se recomiendan para unir alambres a terminales de enrosque. Los alambres sin protección pueden deshilacharse e incluso llegar a producir un corto circuito al tocar los terminales adyacentes. Como mínimo, si no se usan terminales, los alambres deben retorcerse y estañarse antes de atornillarse al terminal.

Cuando se pela el aislante o el trenzado de tierra de los cables o alambres, hay que tener cuidado de no arañar el conductor interno, ya que esto lo debilitaría y causaría su rotura en el futuro. También hay que tener cuidado, sobretodo cuando se pela el aislante exterior en los cables coaxiales, que los trocitos de alambre no caigan por las rejillas del actuador o del receptor. Estos alambres podrían causar un cortocircuito y quemar la unidad.

También existen adaptadores para unir conectores de distintos tipos. Por ejemplo, un adaptador RCA/ conector F tiene una conexión F macho en un lado y un

enchufe para audífono normal en el otro. Este adaptador se usa a menudo para conectar estéreos o moduladores externos.

#### **4.15.2. El cableado Final.-**

El orden del cableado final a seguir depende de cómo se harán los últimos ajustes de la posición de la antena. Si se va a usar un conjunto de equipos de prueba en la antena, es necesario usar un cableado temporal. Si se va a ajustar la antena utilizando radiotelefonos comunicándose desde el interior de la casa con un compañero en la antena, se puede completar el cableado sin un paso intermedio.

Si el plato se va a ajustar desde el interior de la casa, todas las conexiones eléctricas en el exterior se pueden completar antes de levantar el plato a la posición de seguimiento del arco. Los componentes electrónicos en el foco son más accesibles con la antena inclinada hacia abajo. Si el convertidor descendente no está conectado con el LNA, se debe usar un cable para conectarlos. La entrada al convertidor generalmente consiste en un conector F y dos alambres que traen la corriente. Sin embargo, en la actualidad los receptores de conversión descendente en bloque ahora están siendo diseñados con la corriente continua y la señal de frecuencia intermedia por el mismo cable coaxial. En este caso tan sólo hace falta una conexión con el convertidor descendente.

Después, se conectan tres alambres al dispositivo de selección de polaridad, haciendo las conexiones lo más seguras posible. Finalmente, el contacto de cinco alambres del actuador se conecta comprobando su conexión.

El receptor de vídeo tiene un conector de entrada tipo F para la señal de frecuencia intermedia. A veces hay una serie de terminales separados para la alimentación del convertidor descendente, del LNA y de la polaridad. Los cables del actuador se conectan a la caja de control del actuador o a los receptores que traen sus propios actuadores.

Finalmente, cada conector debe examinarse cuidadosamente antes de enchufarse para comprobar que el alfiler central no se encuentra quebrado o descentrado y que sobresale debidamente. No habrá contacto eléctrico alguno si el alfiler no sobresale lo suficiente, y podrán causarse daños si el alfiler no está centrado o sobresale demasiado. La reparación de LNA y convertidores descendentes dañados debido a alfileres descentrados no está cubierta en garantía.

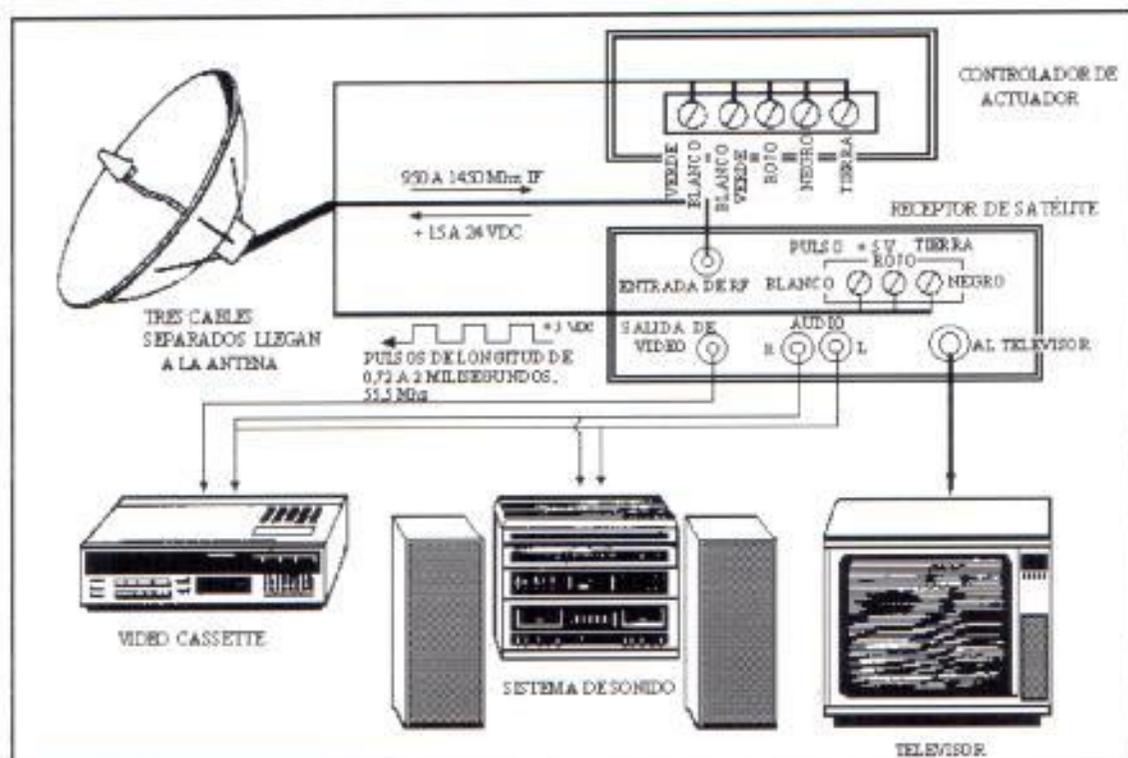


Fig. 4.30 Cableado Típico de una Estación Terrestre. Un receptor de satélite se puede conectar a un centro audiovisual completo. El diagrama muestra como se conecta un receptor de conversión descendente en bloque. Envía 15 a 24 voltios de corriente continua al convertidor descendente y al LNA, y recibe la señal de radiofrecuencia por un cable coaxial único. Un receptor de conexión individual o doble necesitaría otro cable de dos alambres para llevar la corriente de alimentación. El receptor también va conectado al polarizador por tres alambres, por donde se envían pulsos de 5 V cc, cada 18 ms (equivalente a una frecuencia de 55,5 KHz..., de donde viene el nombre chip sintonizador 555). La posición de la sonda del servomotor está controlada por la anchura de los pulsos que oscila entre los 0,72 y los 2 ms. El actuador interior transmite 6 V cc a un sensor del que recibe pulsos vía tres alambres y envía unos 36 V cc por dos alambres "motores" para controlar la posición de la antena. El receptor en particular, contiene un procesador de estéreo y controla el sistema de sonido por terminales de salida de audio, de lo contrario se emplearía salida de banda de base para hacer funcionar al procesador de estéreo. El video cassette, va conectado al televisor o a la salida de video.

## **4.16 Protección contra Sobrecargas bruscas y Caída de rayos.**

La caída de un rayo sobre una instalación es un fenómeno poco común, pero puede no solo destruir los componentes electrónicos del sistema vía satélite sino también incendiar la casa. Sin embargo, la mayoría de los rayos caen indirectamente, provocando sobrecargas de corriente bruscas. La corriente provista en muchas regiones rurales no suele ser muy limpia y se producen en ellas tensiones transitorias parecidas a las de un rayo, aunque de mucho menor intensidad, pero que pueden causar la pérdida de memoria en el receptor o en el controlador del actuador.

### **4.16.1. Barras de Tierra.-**

Las barras de tierra son varillas de acero encobrado que se entierran para proporcionar una ruta de escape a los rayos. Una vara de 2.4 m es suficiente. Su eficacia depende de la conductividad y resistencia del suelo y de otros detalles de la conexión del plato y con el soporte.

La mayoría de los suelos tienen una resistencia lo suficientemente baja como para proveer una buena toma de tierra que atenuará eficazmente las tensiones transitorias causadas por caídas de rayos en las cercanías. Los suelos que en vez de

ser arcillosos, son principalmente rocosos, tendrán que ser tratados con materiales como sal de roca, sulfato de cobre o sulfato de magnesio para mejorar su conductividad.

Una barra de tierra debe enterrarse a unos 30 cm del cimiento del poste. A la barra de tierra se atornilla un alambre de cobre de 6 mm de diámetro o uno de aluminio de 9 mm. Se utiliza una abrazadera apretada, a menudo provista con la barra, para hacer contacto en el extremo superior. Este alambre deberá seguir una línea sin recodos que impidan el paso de la corriente.

Un método eficaz para enterrar la barra de tierra es usar una tubería con un extremo tapado para hacer el agujero. Si el suelo resulta duro, se puede añadir agua al agujero a medida que se entierra la tubería. El extremo superior de la barra de tierra debe quedar unos 15 cm debajo del nivel del suelo para obtener los mejores resultados. En algunos casos puede ser necesario utilizar un martillo perforador para enterrar la varilla.

Probablemente la mejor alternativa a usar una barra de tierra sea conectar un alambre grueso, de calibre 8 o mayor, que vaya desde la antena hasta la toma de tierra de los circuitos eléctricos de la casa. Con este alambre se podrá derivar a tierra todo exceso de corriente. Antes de hacer la conexión hay que quitar la pintura en los puntos de contacto para asegurar un buen contacto eléctrico.

#### **4.16.2. Supresores de carga.-**

Los supresores de carga son otro método de protección contra las variaciones de tensión. Hay varios modelos desde las unidades que se enchufan a la pared, hasta las más caras que precisan de la experiencia profesional de instalación de un electricista. Todos los componentes de la antena deben de estar bien puestos a tierra para mayor protección. Algunos modelos de LNA usan microondas cortocircuitadas que soportan sobrecargas de corta duración con un máximo de 1000 amperios.

#### **4.17. Alineación del plato**

El siguiente paso es el más interesante, obtener las imágenes de televisión desde los satélites. Esto se puede llevar a cabo de dos formas. Se termina el cableado final y se utiliza un par de radioteléfonos para comunicarse entre una persona en el receptor/actuador y otra en la antena, o se conecta a la antena un equipo de prueba completo. El segundo método es preferible si los permiten las condiciones climáticas pues habrá menos posibilidad de malentendidos y, si es necesario, lo puede llevar a cabo una sola persona.

El equipo de pruebas debe consistir de un receptor, un medidor de intensidad de señal, un actuador, y un pequeño televisor o monitor. Como alternativa a mover el

plato durante los ajustes con el actuador, se puede desmontar el motor y utilizar una manivela para explorar el motor y utilizar una manivela para explorar el arco de satélites. También, en muchos casos, el medidor de señal viene incluido en los receptores. Tal vez resulte adecuado, pero un instrumento más preciso será necesario durante la instalación para obtener mejores resultados. Si el equipo de pruebas del instalador cuenta con un pequeño monitor o televisor, no habrá que desconectar el televisor del cliente y trasladarlo hasta la antena. El uso de un televisor familiar elimina la posibilidad de que el del cliente no funcione bien. También llevar unos transformadores de 75 a 300 ohmios, serán necesarios si el televisor del cliente es un modelo antiguo y no tiene conectores F.

El procedimiento de ajuste final deberá realizarse con el receptor y actuador que serán instalados permanentemente. Pero si surgen dificultades con cualquier componente eléctrico, es mejor traer un receptor y actuador de repuesto que se sabe que funcionan bien.

#### **4.17.1 Formas de Probar los Componentes antes de Fijar los Ángulos.-**

Lo mejor es probar todo el equipo electrónico en el taller uno por uno con una antena que se sabe que funciona bien antes de salir para el lugar de instalación. La

media hora que se emplee en hacer esto evitará muchos dolores de cabeza posteriores.

Como alternativa se puede usar un simulador de señal como el GBS-1600 que transmite una carta de ajuste con barras de color en la banda C. Tiene una pequeña antena que al apuntarla al plato causará que se vean barras de color en el monitor. Si no se ven estas barras, se puede aislar el componente defectuoso o la mala conexión con un simple procedimiento de diagnósticos. Si se ven las barras de color, se podrá apuntar la antena al arco de satélites con tranquilidad.

De no emplearse estos métodos, hay otro tipo de pruebas para verificar el funcionamiento del nuevo equipo con anterioridad al ajuste final. Primero, hay que asegurarse de que el televisor está sintonizado al mismo canal que el modulador (normalmente los canales 3 ó 4). Si es necesario, se puede comprobar el funcionamiento del televisor sintonizando un canal local. Asegúrese de que hay un cable coaxial conectado entre la entrada de VHF del televisor y la salida de RF del receptor. Ponga el selector de audio en la posición mono si hay una opción entre éste y estéreo.

Si se desconecta el cable que va desde el convertidor descendente hasta la entrada del receptor mientras el receptor y el televisor están encendidos, la pantalla debe tornarse totalmente negra o vacía en blanco, de lo contrario, el receptor tiene un cortocircuito o el cable que los interconecta está roto. Siempre hay que apagar y

desenchufar el receptor antes de conectar o desconectar un componente, para evitar daños que se puedan causar al cortocircuitar un conductor central a tierra.

A continuación se ha de conectar el convertidor descendente y desconectar el cable entre el LNA y el convertidor. Se deberá de oír un poco de ruido y zumbidos de audio en el televisor, de lo contrario algo anda mal en el convertidor descendente. Finalmente, conectar el LNA. La pantalla deberá de quedar llena de ruido blanco y emitir un zumbido fuerte. Si esto no ocurre, el LNA está averiado o no está recibiendo energía desde el receptor. Algunos convertidores descendentes requieren que se conecte un puente para que el LNA reciba energía.

Otra alternativa consiste en utilizar un voltímetro para comprobar que existen los 15 a 24 voltios apropiados de CC en la salida del receptor y en la entrada del convertidor. Si se comprueba estos valores, los componentes tal vez son buenos. A continuación comprobar que el voltaje que llega al LNA es adecuado. Para hacerlo hará falta un bifurcador de corriente continua pasivo que le permite pasar en ambas direcciones. Si no llega la corriente al LNA, el convertidor descendente puede estar averiado.

### **4.17.2. Apuntando la Antena Hacia los Satélites.-**

Tres ajustes son necesarios en casi todas las antenas para que se pueda seguir el arco de satélites: orientación norte/sur; ángulo de declinación; y ángulo del eje polar. Una vez que estos ángulos hayan sido determinados en una o dos instalaciones, el procedimiento se hará más fácil. Es también más sencillo determinar estos parámetros si el plato está en el centro del arco y apunta en la dirección correcta, sur en el hemisferio norte, y norte en el hemisferio sur. Esto se lleva a cabo encendiendo sólo el actuador y presionando los botones este u oeste, para moverlo a su posición, o utilizando una manivela o barra telescópica.

### **4.17.3. Orientación Norte/Sur**

Un soporte polar debe tener su eje alineado con el eje terrestre norte/sur para poder detectar todos los satélites en el arco visible. Esto es fácil de entender imaginándose la antena sobre el ecuador. Esta será capaz de explorar el círculo de satélites sobre el cielo sólo si gira sobre un eje alineado con el centro de la tierra.

Casi todas las antenas tienen un plano sobre la base que puede usarse como referencia visual. Una brújula de mano con punto de mira es el instrumento más eficaz para alinearse respecto a este plano. No olvidar de efectuar la corrección necesaria por la desviación magnética. Al oeste de la línea agónica, o línea de desviación nula, girar el plato al este del sur magnético en una cantidad

correspondiente al valor de desviación. Al este de esta línea, rotar el plato al oeste para corregir la desviación.

#### **4.17.4. El Ángulo del Eje Polar.**

Este ángulo debe ser igual a la latitud del lugar. Esto apunta el plato al espacio en un plano paralelo al plano ecuatorial. La mayoría de los platos tienen uno o dos barras roscadas que sirven para ajustar el ángulo del eje polar. Para determinar este ángulo se utiliza un inclinómetro descansando sobre la barra del eje o sobre la parte posterior del soporte.

#### **4.17.5. Ángulo de Declinación.**

El ajuste de la declinación baja la vista de la antena desde un plano paralelo al plano ecuatorial hasta el arco de satélites. El ángulo de declinación es mayor en las ubicaciones más cercanas a los polos. La carta a continuación muestra los ángulos de declinación para diferentes latitudes.

El ángulo de declinación se mide con un inclinómetro. La diferencia entre dos observaciones, una en la parte principal de la base, la barra del eje, y la otra en una superficie plana en la parte posterior del plato, determina el valor del ángulo de declinación. La forma más fácil de determinar este ángulo es con un inclinómetro

colocado en una superficie posterior que sea paralela a la cara del plato. El valor debe ser igual a la suma de la latitud del lugar más el ángulo de declinación.

Casi todas las antenas permiten una regulación del ángulo de declinación continua moviendo el conjunto con uno o dos pernos roscados. Algunas antenas traen su propio ángulo de declinación, normalmente de 6 grados, con lo que no es necesario ni posible hacer ningún ajuste. Otros soportes tienen unas tres posiciones de regulación mediante tres agujeros para pernos. Otros tipos traen una escala incorporada a la base que indica la distancia a ajustar. Una vez ajustado el ángulo de declinación, generalmente no habrá que volver a tocarlo.

#### **4.17.6. Encendido y Alineación sobre el Arco.-**

Ya ha llegado la hora de ver televisión vía satélite. Compruebe todas las conexiones y contactos por última vez antes de encender el equipo. En raras ocasiones, dará la casualidad de que un satélite determinado quede apuntado con los ajustes iniciales, y se podrán observar imágenes inmediatamente en el televisor. Si todos los ángulos han sido bien regulados, no es raro poder localizar un satélite, sin hacer ningún ajuste adicional, con sólo explorar el arco. Con una antena grande, con abertura de haz muy angosta, es muy raro que no se necesite hacer más ajustes ya que el plano necesita ser apuntado con mucha precisión.

A menudo, conviene comenzar apuntando un satélite que tenga el mayor número de transmisores-respondedores activos. El Galaxy I y el Satcom III por ejemplo mantienen activos casi todos sus 24 transmisores-respondedores. Otra alternativa es comenzar con un satélite activo localizado al sur geográfico del lugar. Cuando se alinea una antena sobre el arco, es necesario tener una guía de programación, o contar con una memoria excelente para identificar los transmisores-respondedores que están transmitiendo durante la instalación.

Muchos receptores tienen un control de exploración en su sintonizador que hace aparecer todos los canales en la pantalla rápidamente uno tras otro, resultando esto muy útil para localizar los transmisores-respondedores activos. Si el plato se mueve levemente a través del arco, aparecerán todos los canales de cada satélite rápidamente sobre la pantalla. Tan pronto como aparezca algo distinto a ruido blanco, detenga el plato, desactive la exploración y busque una imagen sintonizando en todos los 24 canales. Todo lo que hace falta para comenzar el ajuste final es una imagen por vaga que sea. Si el receptor no cuenta con un explorador automático, consulte la guía de programación y elija un canal activo en uno de los satélites que esté transmitiendo durante la instalación. A continuación, apunte el plato lo mejor que pueda al satélite y comience la búsqueda.

Si el medidor de la intensidad de la señal en el receptor ha llegado al máximo, normalmente ésta puede ajustarse a una sensibilidad menor por medio de un botón en el panel frontal, o ajustando un potenciómetro interior o en el panel posterior. Estos ajustes pueden resultar insuficientes para bajar la sensibilidad del medidor cuando la pruebas se efectúan en el plato con cables muy cortos. casi todos los medidores incorporados en los receptores vienen ajustados para compensar por pérdidas producidas en un cable coaxial típico de 30 m (100 pies), así que tal vez colocando un cable de 30 m (100 pies) se moverá el medidor a una escala más baja. Otra razón para dejar el medidor fijo en el máximo es la interferencia terrestre. Pero esta posibilidad debería haberse eliminado durante la inspección del terreno; de lo contrario tenga filtros de muesca y de paso de banda a mano.

Una vez que haya detectado una imagen, procure mejorarla moviendo el plato hacia el este o hacia el oeste, y ajustando la polaridad y la sintonización fina. (Cuidado con apuntar a un lóbulo lateral por equivocación.) Durante este procedimiento conviene desactivar la AFC del receptor. También compruebe que la sonda en el polarizador se mueve al girar el ajuste de inclinación o al cambiar el canal de par a impar. A continuación mover el plato hacia arriba o hacia abajo desde el borde inferior delantero, con cuidado de no doblarlo. Si la imagen mejora, ajustar la elevación es esa dirección hasta recibir la imagen óptima u observar el valor más alto en el medidor de intensidad de la señal.

A continuación probar con otro satélite, asegurándose que el receptor está puesto en un transmisor-responder activo del satélite, empleando el explorador automático. Tal vez sea necesario reajustar la sintonización fina y el ángulo del eje polar al visualizar la imagen. Si la imagen aparece con muchas "chispas", puede que haya que ajustar el alimentador, que exista un conector suelto o que haya encontrado interferencia terrestre.

A continuación apunte a un satélite que esté cerca de un extremo del arco. Al detectar una imagen, note el movimiento en el eje polar necesario para mejorar la imagen. Si fue necesario levantar o bajar el plato, hay que hacer unas pequeñas rectificaciones al eje norte/sur. Por ejemplo, si la imágenes resultaron óptimas en el Satcom I, pero el plato tuvo que ser bajado cuando se apuntó hacia el Satcom II, entonces hay que girar el plato y su soporte hacia el oeste.

Las rectificaciones norte/sur tienen que ser movimientos pequeños del orden de 1 o 2 mm (1/16 de pulgada). Estos son más fáciles de realizar empujando desde el borde del plato, donde se ejerce mayor fuerza de palanca. Si se empuja desde el soporte se producirán tirones descontrolados. No exceda el ajuste demasiado, tanto que sea necesario volver a empezar con todo el procedimiento. Tener cuidado también que los pernos no estén flojos; deben aflojarse sólo lo suficiente como para poder hacer pequeños movimientos norte/sur. El plato suele ser muy pesado y no se debe dejar que tire el soporte hacia adelante en el poste que lo sujeta. Si los ajustes oportunos se realizan con la base ligeramente inclinada, apretar los tornillos,

la base se moverá desviando la orientación del plato, pudiendo corregirse esto con una pequeña reducción de la elevación. No realizar más de un ajuste a la vez, para no confundirse.

Una vez que la antena puede explorar el arco suficientemente bien, se comenzará con la sintonización fina. Hay que hacer observaciones precisas con el medidor de intensidad de la señal.

Durante estos pasos es importante no cambiar la escala para posibilitar comparaciones directas entre las observaciones antes y después de efectuar un ajuste. Por ejemplo, si el medidor muestra el valor 6,23 en el transmisor-respondedor 20 del Satcom I, y entonces la antena se mueve al Satcom II, donde se efectúan ajustes finos de la posición norte/sur y de la desviación del ángulo polar. Cuando la antena vuelva al mismo canal en el Satcom I, se deberá comparar el nuevo valor con el primero que se observó. Tras reajustar para obtener la señal óptima el valor observado debe ser a lo menos igual al primero. Por la misma razón, la perilla de ajuste del sesgo debe mantenerse en la misma posición. Esto es posible si se comparan transmisores-respondedores de satélites con el mismo formato de polaridad. Por ejemplo, el Satcom I y II, los dos satélites de RCA, se encuentran en lados opuestos del arco, y tienen el mismo formato de polaridad, o el Comstar D4 (redenominado Telstar 303 desde finales del verano de 1985) y el Telstar 302 tienen el mismo formato. Obsérvese que el transmisor-respondedor número 20 está activo en los Satcom I, II y III, el Comstar D4 y el Telstar 302. Ya que

estos satélites se extienden sobre todo el arco y comparten el mismo formato de polarización, son muy útiles para comparar el ajuste fino.

#### Ángulos de Declinación y de Eje Polar de los Soportes Polares

| Latitud del Lugar | Eje Polar | Declinación |
|-------------------|-----------|-------------|
| 26                | 26        | 4.4         |
| 27                | 27        | 4.6         |
| 28                | 28        | 4.7         |
| 29                | 29        | 4.9         |
| 30                | 30        | 5.0         |
| 31                | 31        | 5.2         |
| 32                | 32        | 5.3         |
| 33                | 33        | 5.4         |
| 34                | 34        | 5.5         |
| 35                | 35        | 5.7         |
| 36                | 36        | 5.8         |
| 37                | 37        | 6.0         |
| 38                | 38        | 6.1         |
| 39                | 39        | 6.2         |
| 40                | 40        | 6.3         |
| 41                | 41        | 6.4         |
| 42                | 42        | 6.5         |
| 43                | 43        | 6.6         |
| 44                | 44        | 6.7         |
| 45                | 45        | 6.8         |
| 46                | 46        | 6.9         |
| 47                | 47        | 7.0         |
| 48                | 48        | 7.1         |
| 49                | 49        | 7.2         |
| 50                | 50        | 7.3         |
| 52                | 52        | 7.5         |

|    |    |     |
|----|----|-----|
| 54 | 54 | 7.6 |
| 56 | 56 | 7.8 |
| 58 | 58 | 7.9 |
| 60 | 60 | 8.1 |
| 62 | 62 | 8.2 |
| 64 | 64 | 8.3 |

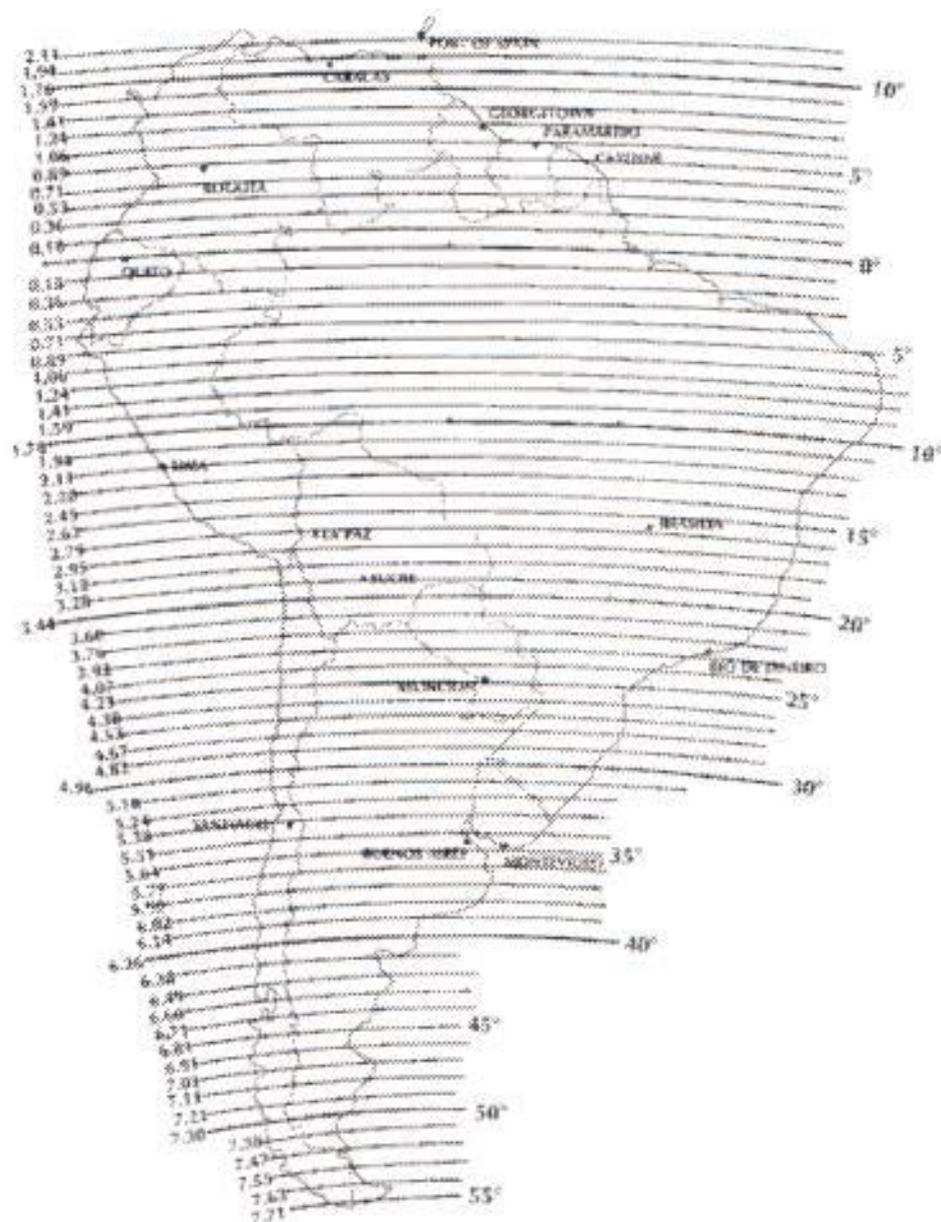


Fig. 4.31 Ángulo de Declinación para América del Sur.

Una vez que la antena barre el arco con precisión, se debe obtener la máxima intensidad de señal de todos los satélites. Generalmente, esto se logra ajustando solamente la posición norte/sur y el ángulo del eje polar. No obstante, en ocasiones será necesario ajustar el ángulo de declinación, sobretodo para los satélites en los extremos del arco.

Para mayor claridad se ha delineado este procedimiento paso a paso en la siguiente tabla:

1. Verificar cuidadosamente que el sistema de alimentación esté centrado y ubicado a la distancia focal correcta. Recordar que es importante que el alimentador esté ajustado al punto máximo de rendimiento antes de comenzar el seguimiento.
2. Fijar los dos ángulos, el del eje polar, y el de declinación, y alinear el eje polar del plato en dirección norte/sur lo mejor posible. Recordar que lo más difícil es ajustar los ángulos de eje polar y de declinación con un satélite en la parte más alta del arco, es decir en la dirección del sur geográfico, y la orientación norte/sur con un satélite en el punto más bajo o en uno de los extremos del arco. De nuevo, la elevación con un satélite alto; la orientación norte/sur con un satélite bajo.
3. Examinar todas las conexiones y luego encienda el sistema.

4. Apuntar el plato a una posición predeterminada o barrer el arco despacio buscando cualquier imagen.

5. Una vez que se ha detectado la imagen, mover el plato ligeramente hacia el este y al oeste ajustando la polaridad y la sintonización fina de vídeo hasta obtener la mejor recepción posible. Luego, efectuar los ajustes al ángulo del eje polar que sean necesarios para seguir mejorando la recepción.

6. Moverse a otro satélite, preferiblemente uno en un extremo del arco, y tratar de sintonizar un segundo canal. Durante este procedimiento y el procedimiento número 3, resultaría muy útil contar con un explorador automático en el receptor. De lo contrario, poner el selector de canales del receptor en un canal del satélite que se sepa esté activo durante este ejercicio. De no poder hallarse un canal de este satélite, apuntar a otro cerca del primero con el que se tuvo éxito. Si no se puede hallar ningún otro canal a pesar de que hay tres o cuatro satélites agrupados, tal vez sea que la orientación norte/sur está substancialmente desviada y es necesario corregirla.

7. Sintonizar el segundo satélite lo mejor posible, con la ayuda de los controles finos de vídeo y de sesgo, y de exploración este/oeste.

8. A continuación, determinar si es necesario mover el plato hacia arriba o hacia abajo para mejorar la recepción. En caso negativo, cambiar de satélite a uno en el

otro extremo del arco y probar de nuevo. En aquellos raros casos en donde todos los satélites aparecen apuntados con precisión, continuar con el paso número 10.

9. Realizar ligeros movimientos de este eje en la dirección correcta.

10. Volver al satélite original y volver a efectuar este procedimiento para afinar la alineación en el arco. Conviene hacer esto con un satélite en cada extremo del arco y con uno en el centro para obtener mejores resultados.

11. A continuación, elegir tres satélites en el centro y en ambos extremos del arco que cuenten con el mismo formato de polaridad y con un transmisor/respondedor activo en común. Ajustar los controles de sesgo y de sintonización fina por última vez para maximizar la intensidad de la señal en un satélite. No tocar estos controles hasta que haya terminado este procedimiento. Repetir los pasos etapas 4 a 9 para obtener las intensidades de señal máximas en los tres satélites. En este punto, tal vez sea necesario efectuar pequeños ajustes al ángulo de declinación.

12. Como prueba final, sintonizar en los transmisores-respondedores más débiles del arco, tales como 4, 6 y 8 en el Satcom III. Si se obtienen imágenes excelentes en éstos y en todos los demás satélites del arco, se ha llegado a un ajuste óptimo.

13. Apretar todos los pernos cuidando de que el medidor de intensidad de señal mantiene sus valores máximos. Si el soporte se mueve cuando se aprietan los pernos, habrá que hacer algunos ajustes a la elevación.

En la figura siguiente se muestran seis problemas de rastreo comunes. La mejor forma de visualizarlos es imaginándose el arco de satélites y el rastreo de la antena como dos círculos. Los dos círculos tienen que estar alineados para conseguir un rastreo perfecto. Es así de sencillo. Ninguno de estos procedimientos funcionará si el poste no está perfectamente vertical o si el soporte no descansa verticalmente sobre el poste. Si se encuentran problemas, verificar estas dos condiciones. También comprobar que el plato no chocha con una mesa, caja de herramientas o incluso el vehículo del instalador mientras gira sobre su arco.

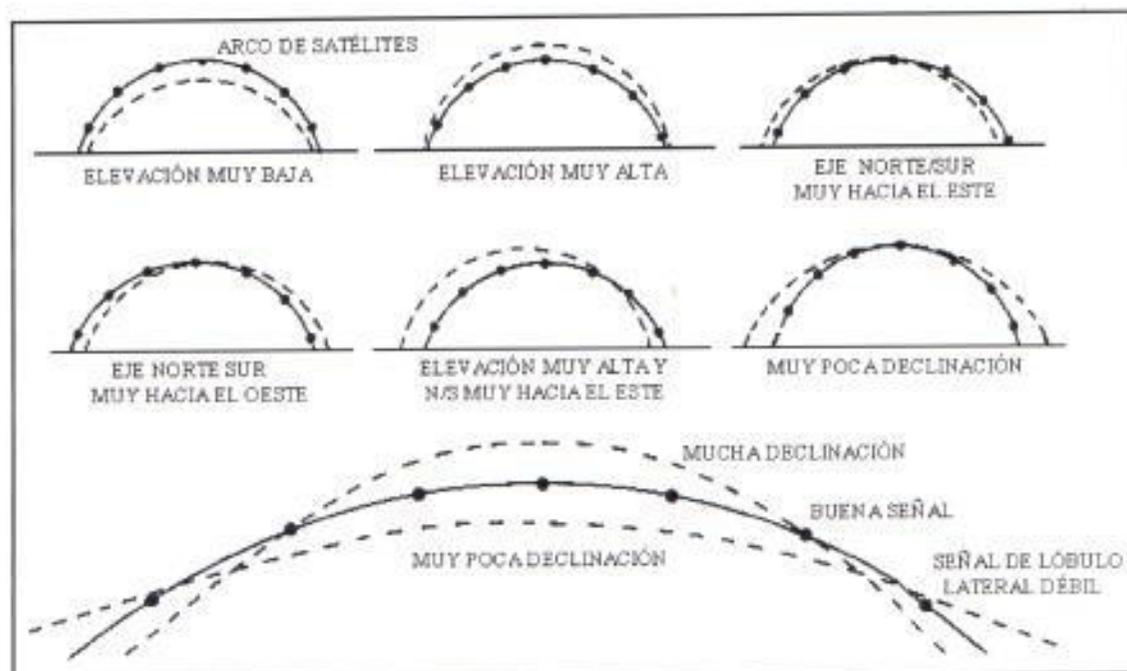


Fig. 4.32 Problemas Comunes de Seguimiento de Antena. Casi todos estos problemas se deben a una orientación Norte/Sur incorrecta. Sin embargo, no se ha ajustado bien el ángulo de declinación, tampoco habrá un buen seguimiento. Para alinear la antena con el arco geosíncrono de los satélites basta alinear dos semicírculos, el de los satélites con el que traza el soporte polar.

Este procedimiento de ajuste fino se completa realizando los ajustes necesarios en ambos extremos del arco, unas cuantas veces. Los satélites en el centro del arco también han de apuntarse para comprobar la validez de los ajustes finos. Apretar todos los pernos y tuercas y volver a comprobar para asegurarse de que no se ha alterado la alineación al hacerlo.

En el curso de este procedimiento, vale mucho saber cuáles son los canales en cada satélite. La mejor forma de aprender esto es tener experiencia con un sistema de TV

vía satélite en funcionamiento. Se aprende, por ejemplo, que al localizar una estación en francés, se trata del satélite Anik D1.

#### **4.17.7. Cómo obtener hasta el Último Decibel.-**

El plato se puede orientar observando la pantalla del televisor y luego ajustando para lograr la mejor imagen en uno de los transmisores-respondedores más débiles del arco. Este puede ser un buen método, pero se puede lograr una orientación más precisa con instrumentos de medición más sensitivos, logrando así un mejor uso del equipo.

La estrategia más sencilla es apuntar primero al arco de la mejor forma posible como se describió anteriormente, empleando un televisor o un monitor. Entonces, se puede observar la intensidad de la señal con un instrumento más sensitivo para poder llevar a cabo ajustes más finos en la posición del alimentador, el ángulo del eje polar y el ángulo de declinación, si es necesario. Otra alternativa es utilizar este instrumento de sintonización fina para apuntar el arco de satélites junto con un televisor desde el principio. Se puede elegir entre las dos alternativas según el gusto personal. Los medidores de intensidad de señal incorporados en los aparatos receptores suelen ser instrumentos relativamente toscos, no aptos para efectuar los ajustes necesarios para obtener ese último decibel. Como los instrumentos para medir los niveles de intensidad de la microonda son muy caros, no se puede tomar

una muestra a la salida del LNA, o del convertidor descendente. Pero hay aparatos para medir la intensidad una vez que las señales han sido convertidas a la gama de frecuencias intermedias. El primero que salió al mercado fue un adaptador llamado "cabeza de RF" o un detector de nivel de la portadora que se enchufaba a un voltímetro de corriente proporcionando a este aparato la habilidad de detectar señales de 70 MHz... Para señales de 70 MHz... no se puede emplear un voltímetro, pues está concebido para detectar señales de frecuencia mucho menores, ni un medidor de intensidad de campo, que detecta las señales de AM en un sistema de televisión por cable. Y la "cabeza de RF" no puede medir señales que tengan frecuencias muy superiores a 70 MHz... Esto descarta su empleo con receptores de conversión descendente en bloques cuyos convertidores transmiten frecuencias intermedias excediendo los 450 MHz...

#### **4.17.8. Centrado Final del Alimentador.-**

Para comenzar a rastrear con el plato es necesario que ya se haya concluido el centrado del alimentador. No obstante, antes de seguir adelante, conviene regularlo por última vez, para tratar de mejorar la recepción aún más. Si el alimentador queda exactamente en el "centro de fase" al que se enfocan todas las señales, la calidad de la imagen será máxima. Cualquier desplazamiento del conjunto de su posición correcta reducirá la ganancia y aumentará los lóbulos laterales en decremento de la calidad de la imagen.

Al mover el conjunto alimentador hacia el plato, la potencia de la señal disminuye con respecto a la de los lóbulos laterales, lo que produce una pérdida de fuerza de la señal. Si se lo aleja del plato, la razón de potencia entre la señal y los lóbulos laterales también disminuye; sin embargo, en este caso la fuerza de la señal generalmente aumenta porque incorpora el ruido adicional que se capta del suelo circundante. Si se tienen en cuenta estos efectos, y se observan atenta y simultáneamente la imagen y el medidor de intensidad de la señal, el alimentador puede ser ubicado con exactitud en el centro de fase. La mejor calidad de la imagen justificará ampliamente el esfuerzo.

Una mala alineación del alimentador puede ocasionar la pérdida de hasta 2 decibeles de señal. Esto equivale a reducir el rendimiento de una antena de 10 pies al de una de 8 pies. Además de centrar el alimentador y de fijar correctamente la distancia focal, se debe tener cuidado de no girar el cuerpo del alimentador con respecto a la cara del plato. Esto puede ocasionar pérdida adicional de ganancia por sombreado y mala alineación.

Muchos fabricantes fijan el largo focal de manera que no se lo pueda regular. Con esto se simplifica y acelera la instalación, pero se pierde la ventaja de un afinamiento del centrado.

## 4.18. Sintonización fina del sistema electrónico

Una vez instalado el equipo en su ubicación definitiva, verifique el seguimiento correcto de todos los satélites. Para lograr la mejor imagen posible, generalmente hay que regular la ganancia de IF. En los equipos que la tienen, la perilla para regular el sesgo debe ser fijada cerca del centro de su recorrido mediante regulación del potenciómetro correspondiente o de la fijación preprogramada. Para verificar que la sonda de polaridad no esté al extremo de su recorrido, examínela visualmente o asegúrese de que el motor no produce vibraciones cuando la perilla de control de sesgo se gira hasta sus extremos. La sintonización fina de la ganancia de IF y la del sesgo generalmente se logran mediante regulaciones en los paneles de mando trasero o de fondo. Asegúrese de que la sonda de polaridad no esté situada al extremo de su recorrido. Siga paso a paso las instrucciones del fabricante para aprovechar todos los recursos sugeridos. Estas instrucciones son especialmente valiosas durante la fase siguiente, de programación del receptor y del actuador.

Si las imágenes obtenidas dentro de la casa no resultan tan caras como se esperaba, examine todas las conexiones del receptor para ver que estén bien ajustadas. También es posible que el televisor del cliente ocasionalmente necesite ser sintonizado con precisión al canal modulado por el receptor de satélites. Aunque ese canal nunca haya sido usado para programas al aire, es posible que haya sido regulado para televisión por cable o para grabadora de cassettes de vídeo. Para estar seguro que el televisor del cliente puede producir buenas imágenes, resulta valioso

emplear un VCR o un simulador de señales portátil que genere patrones de prueba en los canales 3 o 4.

#### **4.19. Programación del receptor y del actuador**

Todas las marcas de receptores y actuadores programables son diferentes. Las instrucciones del fabricante se han de seguir cuidadosamente en lo que respecta a la programación. Algunos sistemas requieren de cables de conexión especiales entre el receptor y el actuador.

La programación siempre resulta más sencilla después de la primera vez. Recuerde esto cuando tenga dificultades la primera vez que lo haga. Tenga pilas a mano para poder instalarlas en aquellos controles remotos que lo necesiten.

#### **4.20. Impermeabilización**

El agua, ya sea en forma de lluvia, hielo o nieve, es el enemigo número uno de los sistemas de TV vía satélite. Puede oxidar los conectores, acumularse en los alimentadores, y ejercer su peso en las antenas.. Una vez que el sistema ha sido probado y funciona perfectamente, hay que impermeabilizarlo. Esta tarea no se

debe efectuar antes de que el sistema funcione correctamente. Así, en caso de que haya que cambiar un componente, no hay necesidad de romper y rehacer los sellos.

Todos los conectores y juntas por donde el agua pueda entrar han de ser cerradas. Algunas sustancias sellantes son fabricadas con amoníaco o ácido láctico, los cuales pueden corroer metales; otros se endurecen, se ponen frágiles y se agrietan. Se recomiendan sustancias sellantes que se mantengan blandas, que sean moldeables, no corrosivas y elásticas.

El equipo en el foco del plato debe quedar protegido con una cubierta protectora de LNA, obteniéndose así gran protección con un gasto pequeño. Si el convertidor descendente está montado bajo el plato, se debe colocar en una caja a prueba de agua que tenga una abertura o agujeros de drenaje en el fondo. Dejar sitio para la entrada y salida del cable coaxial; recordar que los cables no deben quedar muy doblados. Utilizar lazos de goteo.

Asegurarse de que el agua no se pueda acumular en ninguna parte del sistema mecánico. Ha habido casos en los que el agua se ha acumulado en el fondo de soportes que quedaron abiertos por encima pero cerrados por abajo.

Después de impermeabilizar el cable, se puede cubrir la zanja y volver a colocar el césped. Desde este momento, se considera que la instalación está funcionando debidamente.

## **4.21 Conexión de los procesadores de estéreo y otros accesorios.**

Cada instalación tendrá diferentes requisitos para el equipo interior de la casa. Tal vez hagan falta más televisores, procesadores estéreo, moduladores e incluso televisores de pantalla gigante. Pero la instalación de equipo periférico resulta muy sencilla si el diseño se planifica y prepara con anticipación.

### **4.21.1. Televisores Adicionales.-**

Un receptor de satélite puede alimentar dos o tres televisores sin amplificación o cualquier número de televisores con los amplificadores de línea adecuados. Todo lo que hace falta son separadores. Estos dividen la señal de vídeo en 2, 3, 4 o incluso más señales iguales. La ubicación y el tipo de separadores empleados depende de la ubicación de todos los televisores.

El tipo de cable a utilizar depende de la distancia a recorrer y del número de televisores a conectar. Para distancias cortas, RG-59 es adecuado. Hasta 100 m (300 pies) se puede instalar RG-6. Para líneas de enlace más largas se emplea RG-11. No obstante, si hay 30 televisores en una zona cercana al receptor sería necesario emplear cable de menos pérdida como el RG-6 o el RG-11, ya que la señal original

sería dividida o tendría demasiadas derivaciones. Use sentido común manteniendo la longitud de los cables al mínimo.

Puede que sea necesario emplear amplificadores de línea que se pueden instalar fácilmente por medio de conectores tipo F en un sistema de líneas de enlace para sistemas de distribuciones grandes.

Si se está instalando un sistema de receptores múltiples, hay que emplear separadores clasificados para frecuencias altas.

#### **4.21.2. Procesadores Estéreo.-**

Muchos receptores de satélite tienen sus propios procesadores estéreo incorporados. Todo lo que se necesita para conectarlos a un sistema estéreo doméstico son dos cables conectados por enchufes RCA, uno para el canal de sonido izquierdo y el otro para el derecho.

Los procesadores de estéreo son dos cables conectados por enchufes RCA, uno para el canal de sonido izquierdo y el otro para el derecho.

Los procesadores de estéreo independientes funcionan con la salida de banda base del receptor del satélite, utilizando un enchufe RCA para la salida. El manual de

instrucciones del receptor debe especificar cuál salida de ha de emplear para el procesador estéreo.

#### **4.21.3. Moduladores.-**

De vez en cuando habrá que modular la señal compuesta de audio y vídeo procedente del receptor hacia otros canales distintos de los normales (3 o 4). En general, lo mejor es modular en canales de VHF ya que las pal compuesta de audio y vídeo procedente del receptor hacia otros canales distintos de los normales (3 o 4). En general, lo mejor es modular en canales de VHF ya que las pérdidas en el cable son mucho mayores en la gama de frecuencias de UHF.

Se pueden adquirir moduladores variando en calidad desde los que vienen incorporados en los receptores de satélite a las marcas que ofrecen de 30 a 60 decibeles de amplificación con un aislamiento de canales excelente. Generalmente necesitan una entrada de audio y otra de vídeo y tienen una salida de RF. Normalmente tienen ajustes del nivel de audio y vídeo, permitiendo así afinar los buenos sistemas de distribución.

## **4.22. Herramientas necesarias**

Las herramientas de este oficio pueden llevarse en una pequeña camioneta o en una furgoneta bien equipada. El equipo necesario depende del tipo de antenas que se están instalando, del clima y de la forma en que el distribuidor organiza sus instalaciones.

### **4.22.1. Maquinaria Pesada.-**

La maquinaria pesada incluye los vehículos necesarios para transportar los postes y los platos y todo el equipo necesario para las excavaciones y para trabajar con concreto. Aunque hay antenas de malla de 3 m (10 pies) que plegadas caben en un auto pequeño, las antenas sólidas vienen en una sola pieza y precisan de un vehículo más grande para su traslado. Un comerciante debe tener, por lo menos, una camioneta o remolque.

Las herramientas de excavación incluyen una carretilla, un mezclador de cemento portátil, un pico, una barra forzadora, un azadón, un rastrillo, una pala y una excavadora de hoyos. En diferentes situaciones harán falta otras herramientas.

#### **4.22.2. Herramientas Principales.-**

Esta categoría incluye todas las herramientas que hacen falta para cualquier instalación, tales como inclinómetro y brújula, cable de extensión, peladores de cable y nivel de carpintero, entre otras.

#### **4.22.3. Herramientas usadas con frecuencia.-**

En esta lista están las herramientas que se necesitan a veces en situaciones especiales. Por ejemplo si no hay corriente en un lugar, habrá que llevar un generador portátil. Y para postes muy altos será necesario una escalera extensible.

#### **4.22.4. Conectores, Cables y otros Accesorios.-**

Esta categoría incluyen aquellos artículos pequeños que casi siempre hacen falta en una instalación. Hay que tenerlos a mano durante la instalación y para realizar diagnósticos. La falta de estos artículos pequeños pero esenciales será motivo de frustraciones.

### **4.23 Lista de comprobación para el equipo de instalación**

#### **Maquinaria Pesada**

- Camioneta o remolque.
- Carretilla o mezcladora de cemento

#### **Herramientas Principales**

- inclinómetro
- brújula

- Máquina de cavar hoyos para postes o barrena metálica.
  - Pala
  - Pico
  - Rastrillo y azadón.
  - Cubo y manguera
  - Barra forzadora.
  - Cavador de Zanjas.
- Herramientas de uso frecuente.-**
- Escalera extensible
  - Generador
  - alambre para pasar cable por los paredes
- Conectores, Cables y otros accesorios**
- conectores tipo F
  - acopladores F a F
  - conectores tipo N
  - adaptadores en ángulo recto para F y N
  - enchufes RCA, term. y acopladores div.
  - rollos de cable RG-6 y RG-59
  - cables de conexión RG-213 y RG-214
  - transformadores de 300 a 75 ohmios
- medidor de intensidad de señal
  - cable de extens. de 30 m de 3 sal.
  - televisor o monitor extra
  - multímetro
  - engrapadora para conectores RG-6 RG-59
  - Pelador de cable y cuchilla
  - Cinta de medir
  - soldadora de 20 y 40 W
  - Nivel de carpintero
  - Linterna y/o luz fluorescente
  - taladro de 1/2 " heavy duty
  - taladro de 3/8" veloc. variable
  - martillo
  - sierra de metales y hojas
  - alicates diagonales grandes
  - alicates de punta grande
  - alicates de punta pequeña
  - caimán
  - destornilladores variados
  - juego de llaves de varios tamaños
  - llaves inglesas de varios tamaños
  - lezna y punzón de marcar

- conmutadores A/B
- separadores de 2, 3 y 4 salidas
- terminadores de 75 ohmios
- fusibles y reguladores de voltaje
- cinta aislante
- lata de pintura de retocado
- sellante para cable coaxial
- sellante aislante no corrosivo
- un servomotor para polarizador de repuesto
- supresor de sobrecargas con varias salidas de corriente
- Barra de tierra y cable conductor para tierra
- amplificadores de 10 y 20 decibeles
- juego de llaves Allen
- una escalera corta
- cuerda y cinta
- Conducto eléctrico de 1.5 a 2 pulg.
- Lima de metal y papel de lija
- broca de madera de 5/8 por 18 pg
- broca de concreto 5/8 por 12 o 18

## 4.24. Documentación

Es importante guardar notas de toda instalación en caso de que surjan problemas en el futuro. Esta documentación para el instalador y el cliente deberá incluir lo siguiente:

### Documentación de la Instalación.-

Fecha:

Lugar:

Fecha de Instalación:

Mapa del lugar original:

Tipo de Plato:

Tipo de Soporte:

Base de plataforma o de Poste:

Temp. y tipo de Amp. de bajo ruido:

Marca del Receptor:

Marca del actuador:

Tipo y long. del cable:

Número de televisores:

Otros detalles de Instalación Especiales:

Durante la instalación se debe de crear un cuadro con las mediciones tomadas durante los ajustes finales. Esto servirá de mucho cuando haya que hacer comparaciones de desempeño más tarde. Recordar, sin embargo, que conforme se van envejeciendo los satélites la potencia de sus transmisores-respondedores disminuye también, obteniéndose así valores que decrecen poco a poco.

## **CAPITULO V**

# **INSTALACIÓN DE UNA ANTENA PARABÓLICA DE CINCO METROS**

## 5.1. Introducción

Al tener una antena de 5 mts. de diámetro se trata de una estación terrena pequeña y de bajo costo del tipo normalizado D-1. Normalmente se emplean en regiones con vastas extensiones geográficas y pequeñas poblaciones muy dispersas.

En el caso de la antena instalada sobre el edificio del laboratorio de radio - frecuencia, se trata del inicio de los laboratorios del área de electrónica en el campo de la comunicación satelital, siendo el objetivo final a largo plazo recibir ayuda académica internacional por este medio.

Esta antena cuyas partes fueron fabricadas por la casa ORBITRON, es básicamente un reflector parabólico para estaciones tipo D de 5 mts. de diámetro con el alimentador ubicado en el punto focal, y en capacidad de recibir las bandas C y Ku. Adicionalmente se instaló una pequeña antena de 3 pies de diámetro con la finalidad de recibir las señales de Ku independientemente de las señales en banda C, con la idea de poder implementar en el futuro un servicio combinado de

recepción de bandas. La antena de 5 metros está dotada de servocontrol manejado desde el mismo receptor y con memoria de elevación del disco, para guardar las direcciones de los canales. La antena pequeña de 3 pies de diámetro es de superficie rugosa, soporte fijo y foco desplazado, lo cual permite una ganancia máxima.

## 5.2. Ubicación geográfica.

La antena está ubicada en las siguientes coordenadas :

LATITUD 2° 08' 33.0" SUR

LONGITUD 79° 57' 51.0" OESTE

Esta posición fue obtenida con un GPS Pathfinder basic-trimble navegation, cuya precisión es de 50 metros. La altura sobre el nivel del mar es de 60 metros. Esta posición puede ser ubicada en la carta topográfica de Pascuales emitida por el Instituto Geográfico Militar.

## 5.3 Características de la antena.

El comportamiento de los platos se juzga mediante un número de factores interrelacionados incluyendo ganancia, eficiencia, amplitud de haz, lóbulos laterales, temperatura de ruido, y razón F/d. Desgraciadamente, muchos fabricantes no tienen la capacidad, o el deseo, de medir algunos de estos factores de rendimiento.

Por lo tanto, a menudo se utilizan recomendaciones informales para evaluar los sistemas vía satélite domésticos.

No obstante, hasta que se establezca un organismo independiente y económico, para probar los equipos; los distribuidores de platos pueden evaluarlos de forma bastante efectiva si conocen la teoría y entienden como son diseñadas y fabricadas las antenas.

### 5.3.1. Geometría.

El perfil del reflector puede ser determinado de acuerdo a la relación de la distancia focal medida a lo largo de la directriz, del vértice al foco, y el diámetro del reflector.

$$F/d = 0,4$$

F : distancia focal                    ( 2m)

d : diámetro de la antena        ( 5m)

### 5.3.2. Alimentador.

La bocina que utilizamos es de marca CHAPARRAL y los amplificadores LNB de las bandas C y Ku se acoplan a ella y son seleccionados desde el receptor.

Los amplificadores para la banda C y Ku son de marca CALIFORNIA AMPLIFIER modelo MINI-MAG con una cobertura de 950-1450 Mhz y con una ganancia típica de 65 dB para el de banda C y de 59 dB para banda Ku.

### 5.3.3. Ganancia.

La ganancia de potencia en el eje, con relación a un radiador isotrópico, está determinado por:

$$G = t \times (\pi d / l)^2$$

t: eficiencia de la abertura ( % )

d : diámetro de la antena

l: longitud de onda en el espacio libre

$\pi$  : 3,141592654

$$G = 45.76 \text{ dB en la banda C}$$

$$G = 52.71 \text{ dB en la banda Ku}$$

Donde se ha considerado una eficiencia del 55 % y frecuencias de 5 GHz. Y 11 GHz para la banda C y Ku respectivamente.

### 5.3.4. Ancho de banda.

Esta antena de reflector parabólico es de banda ancha y está en capacidad de operar en la gama de frecuencias de 6/4 GHz y 14/11 GHz en la banda C y Ku respectivamente.

### 5.3.5. Anchura del haz.

Se define con respecto a los puntos de potencia media ( -3 dB ) del lóbulo principal del diagrama de radiación, la cual se puede obtener con la siguiente aproximación :

$$H = 21.1 / (f d)$$

f : frecuencia de operación en GHz

d : diámetro de la antena.

$$H = 0.84 \text{ grados en la banda C}$$

$$H = 0.38 \text{ grados en la banda Ku}$$

### **5.3.6. Estructura.**

La estructura de la antena le permite girar en el sentido X - Y para manejar la elevación ( desde el receptor) y el ángulo de inclinación de acuerdo a la latitud ; ésta última fijada al instalar la antena.

El reflector parabólico está construido con ocho costillas de aluminio. La superficie se conforma con segmentos de malla del mismo material y está soportada por una estructura metálica.

A continuación se detallan todos los componentes de la antena comenzando con una vista general en donde se muestra la antena completa ( a excepción del servomotor ) a una escala de 1/3 :100, y luego cada una de las partes a una escala de 1 :100.

### **5.4. Gráficos de las partes de la antena.**

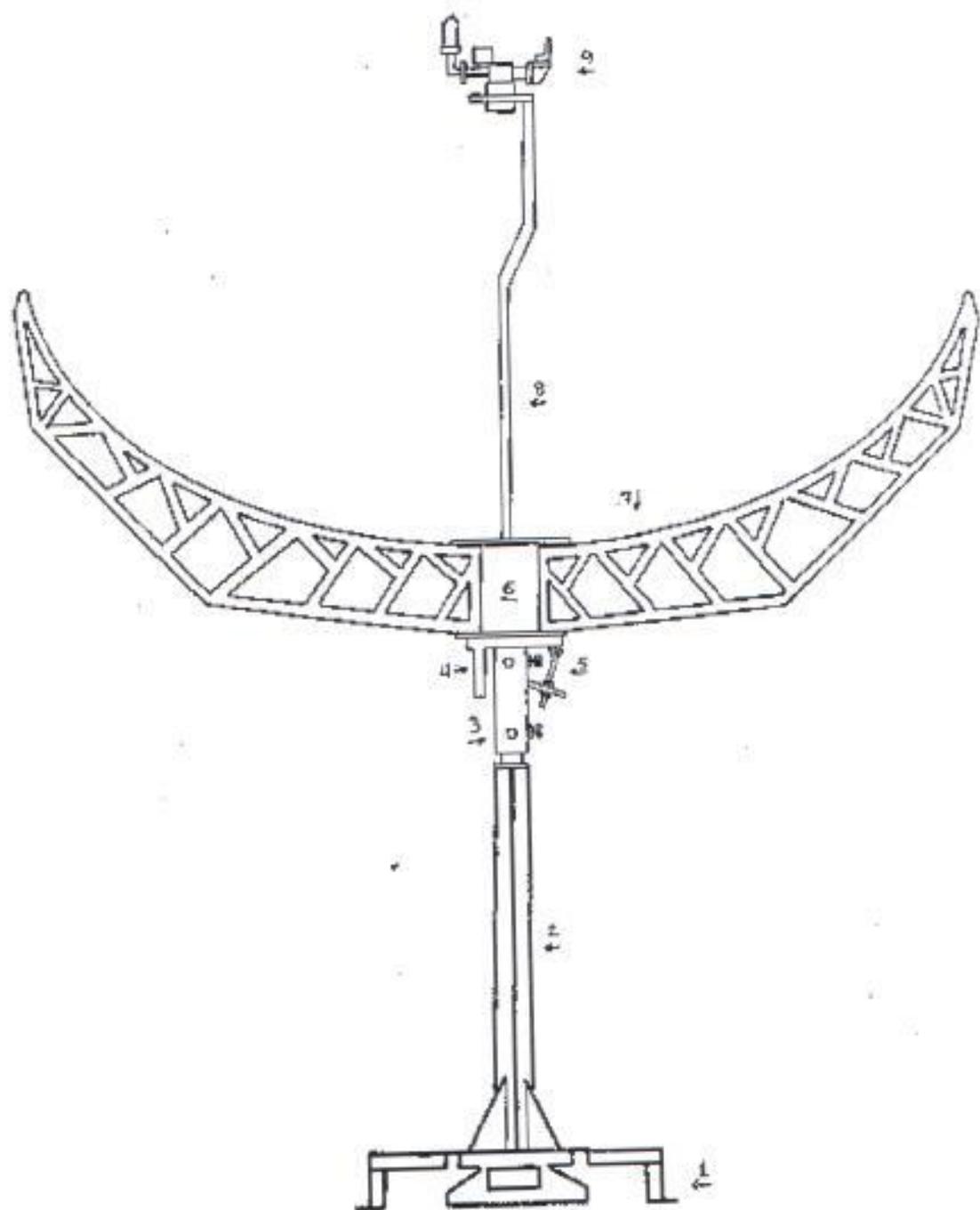


Fig. 5.1 Vista Lateral de la Antena

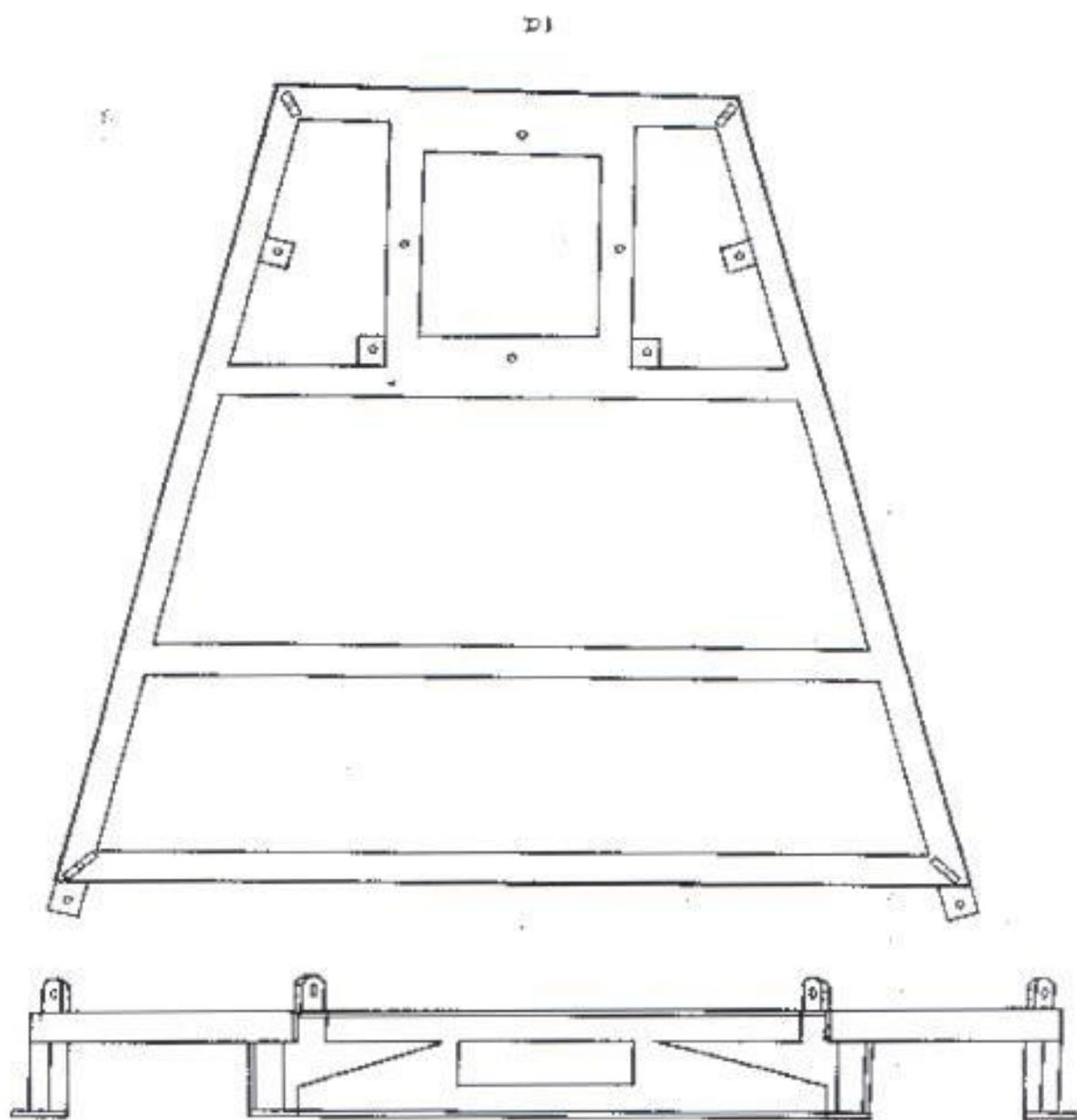
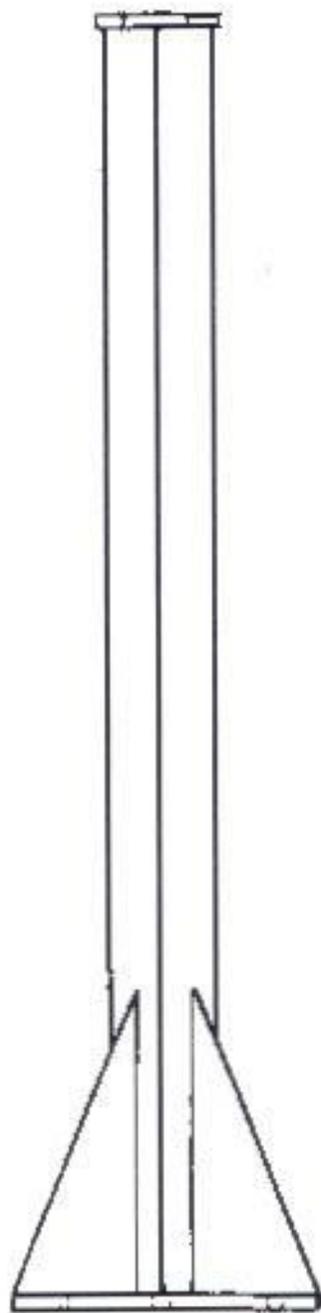


Fig. 5.2: Estructura Base



2α

Fig. 5.3: Poste

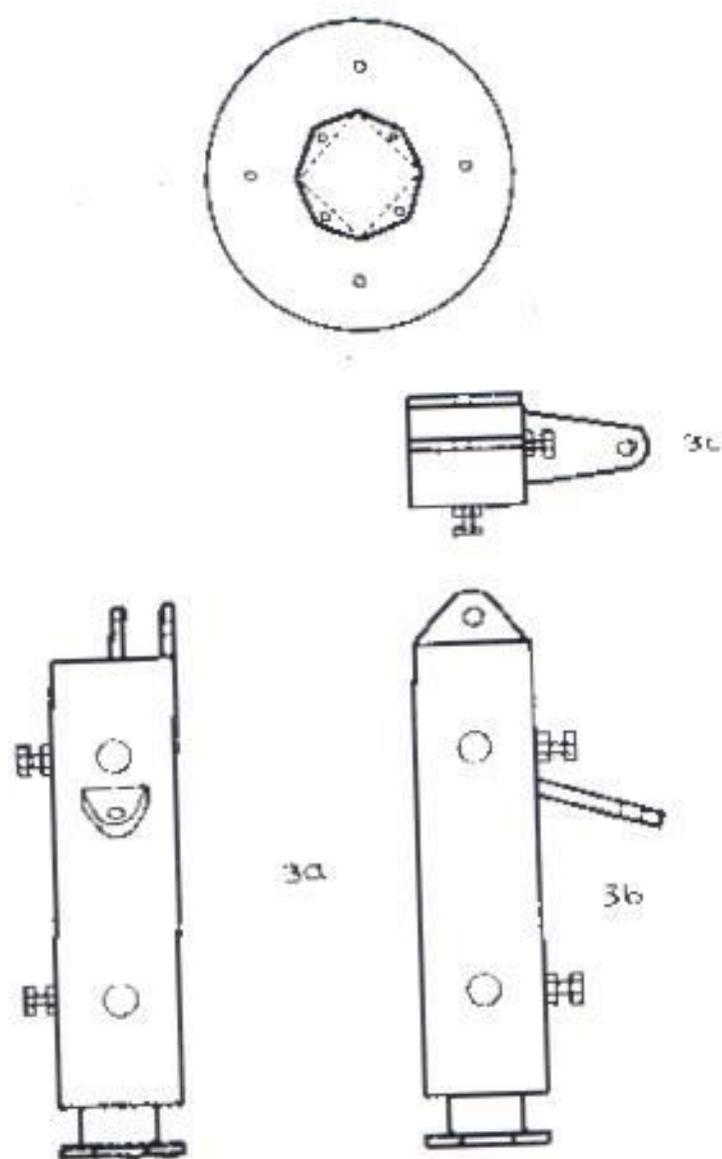


Fig. 5.4: Base del Eje de la Antena

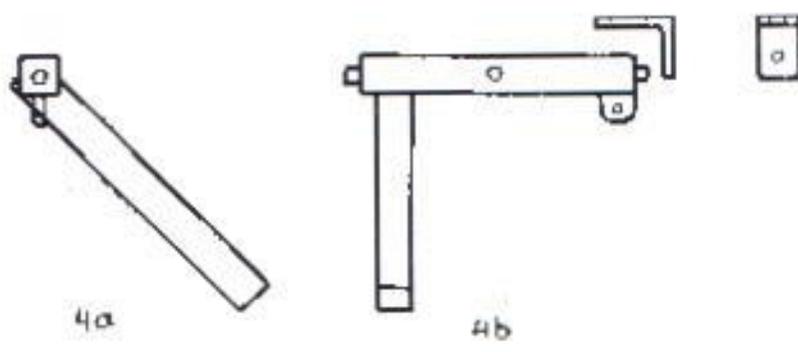
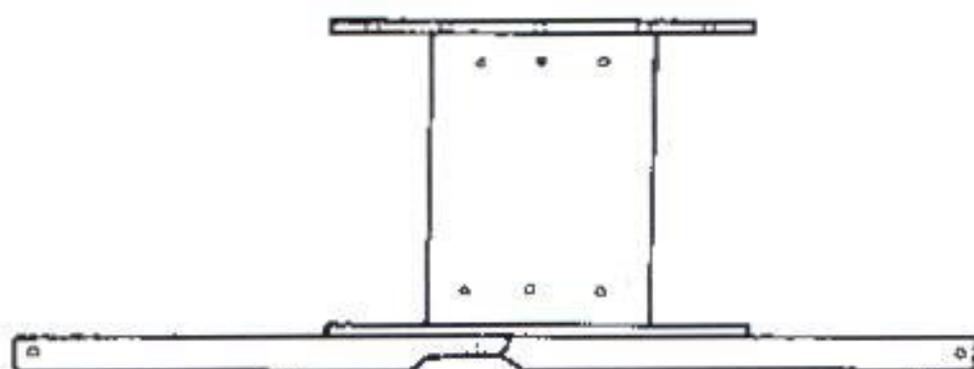


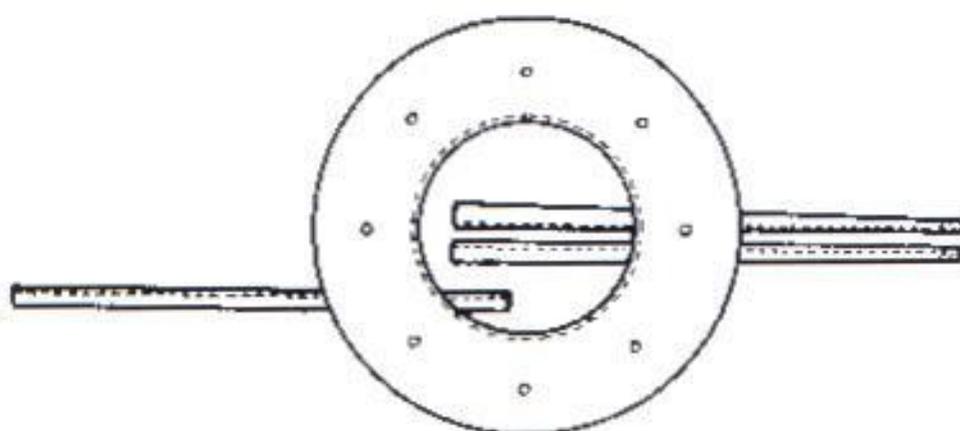
Fig. 5.5: Soporte del Brazo Actuador



Fig. 5.6: Perno para el ajuste fino en el N/S



6a



6b

Fig. 5.7: Eje de fijación para las costillas

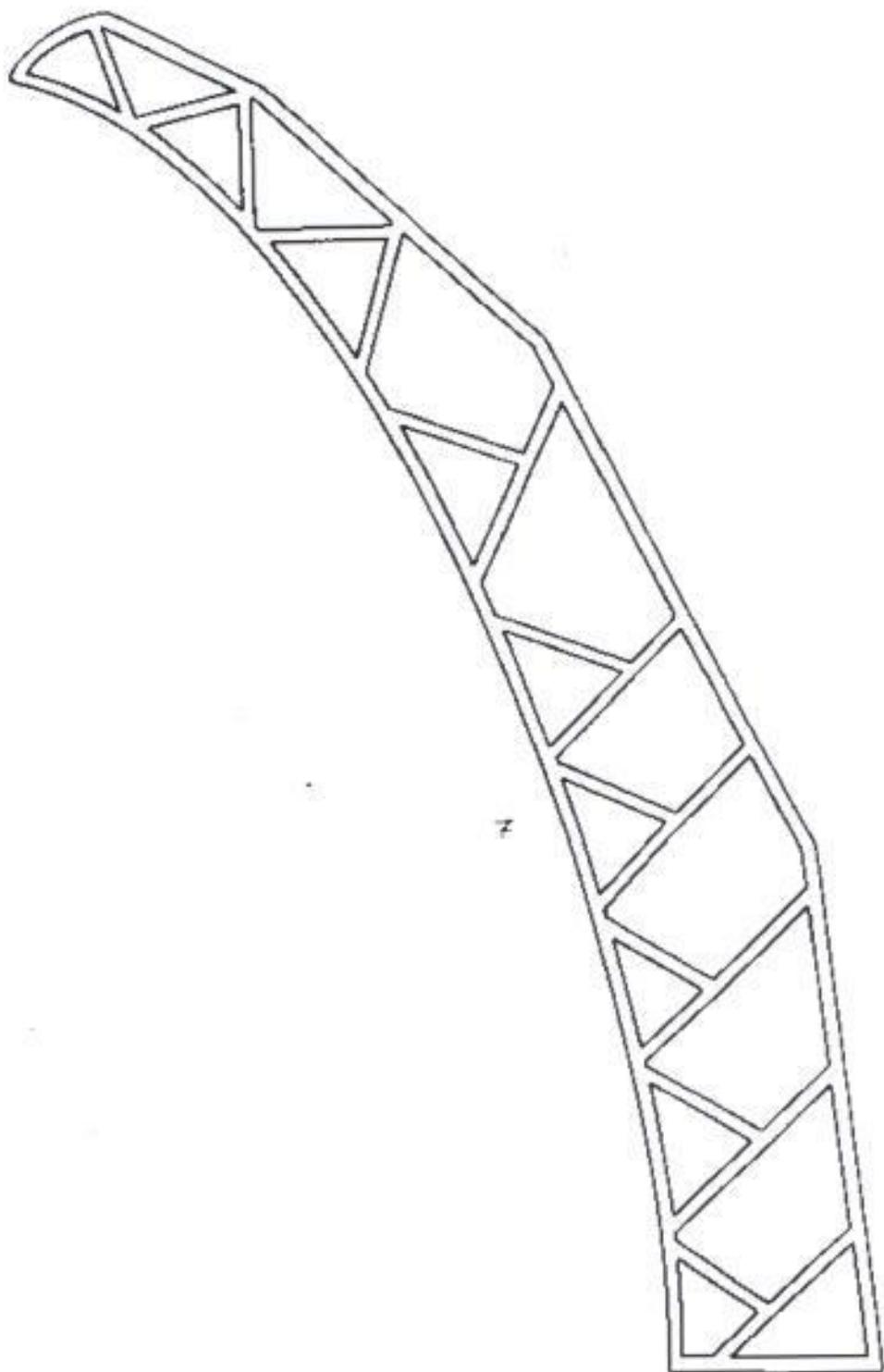


Fig. 5.8: Costillas estructurales

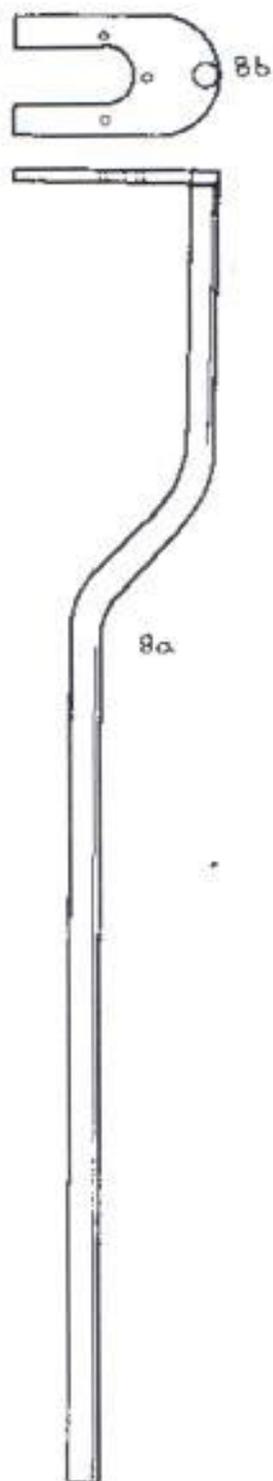


Fig. 5.9: Soporte del LNB

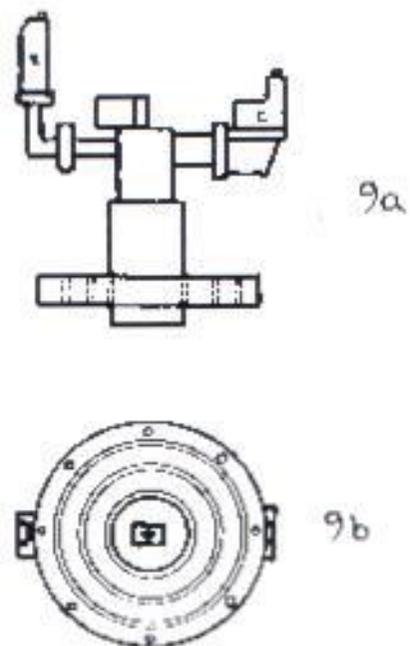


Fig. 5.10: Alimentador



Fig. 5.11: Brazo Actuador

## 5.5. Cálculo del ángulo de elevación y azimuth

Para obtener los ángulos de elevación y azimuth podemos emplear las siguientes fórmulas:

$$\text{AZIMUTH} = \text{ARC COS} (\text{Tg } \varphi / \text{Tg } \alpha)$$

$$\text{ELEVACION} = \text{ARC TG} [(\cos \alpha - 0.151) / \text{sen } \alpha]$$

$\varphi$  : latitud de la estación terrena.

$\alpha$  : arco cos [ cos  $\varphi$  , cos ( long. Satélite - long. Estac.terrena ) ]

Los satélites y sus parámetros se detallan a continuación :

| Satélite  | Longitud del satélite | Alpha | Elevación | Azimuth |
|-----------|-----------------------|-------|-----------|---------|
| BRASILSAT | 65° OESTE             | 1.508 | 72.28     | 82.55   |
| COMSAT IV | 73° OESTE             | 7.23  | 81.48     | 74.02   |
| PANAMSAT  | 45° OESTE             | 3.499 | 49.36     | 87.14   |
| HISPASAT  | 30° OESTE             | 4.997 | 32.73     | 88.32   |

## 5.6. Instalación de la Estación ESPOLSAT.

- Los elementos de la antena fueron recibidos y revisados minuciosamente, luego de lo cual se los trasladó hasta la terraza del Laboratorio de Radiofrecuencia en donde se procedió a perforar la loza y colocar los tacos fisher en el sitio a colocarse la antena.

*670 = lat = 71,1°  
lat = 2,13  
114 = lat = 30,1°  
lat = 0,13*

- Una vez realizados los agujeros se comenzó a armar el reflector parabólico compuesto de 8 costillas de aluminio y los tramos de malla (24) que van sujetos al tambor que es a la vez el vértice de la antena
- Después de esto se ubicó la estructura que soporta la antena en su ubicación y se colocó sobre ella el reflector ya armado siendo necesario para ello inclinar momentáneamente la estructura y con la ayuda de todos los alumnos del tópico se levantó el reflector. Una vez que se aseguró el plato parabólico se procedió a empernar la estructura a la loza de la terraza, con lo cual la antena quedó fija.
- Se procedió después a instalar el servomotor en el brazo de la antena y finalmente se colocó la barra que sujeta el alimentador ajustando a la vez el foco.
- Las pruebas iniciales de recepción se las realizó en la misma terraza para lo cual se habilitó momentáneamente el receptor de satélite y un receptor de televisión. Para dar la inclinación y el azimuth pertinente a la antena fue necesario realizar varios barridos del arco de satélites e ir corrigiendo por prueba-error en cada barrido, hasta que la antena quedó ajustada.

De la antena bajan dos coaxiales que llevan las señales de la banda C y de la banda Ku, y siete conductores que: bajan la señal del contador de revoluciones, que suben la señal que alimenta el motor y la señal para el motor que ajusta la polarización. El receptor de satélite y el televisor con el que se conecta por medio de señal de RF (CH-3) está ubicado en la oficina del Laboratorio de Radiofrecuencia, y se grabaron

(en el receptor) las direcciones de los satélites, a las cuales se puede acceder a través de un menú, lo que facilitará la operación del sistema a los usuarios.

Para instalar la Estación terrena ESPOLSAT se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones :

- Inicialmente se determinó el sentido hacia el cual debía orientarse la antena para proceder a realizar los agujeros en la losa de la terraza de los laboratorios de electrónica.
- El sitio donde se instaló la estación terrena está desplazada  $2^{\circ} 08' 33''$  de la línea ecuatorial, por lo tanto, el reflector tiene una ligera inclinación en el sentido Y ajustado con el perno del numeral 5 del diagrama general, lo que le permite alinearse con el anillo de satélites.
- Para verificar que la antena esté alineada correctamente se comprobaron las señales de los satélites extremos, estos son HISPASAT (  $33^{\circ}$  ) y COMSAT (  $73^{\circ}$  ).
- Luego de que se alineó la antena, se procedió a memorizar en el receptor los canales abiertos, de acuerdo a la dirección del disco, que es determinada con la ayuda del servo - motor.
- Una vez detectados los canales de televisión transmitidos por los satélites se debe ajustar la polaridad ( vertical u horizontal) y además se cuenta con la alternativa de realizar un ajuste fino con el receptor.

Los factores que fueron considerados en la ubicación de la estación terrena en la ESPOL se detallan a continuación:

- Claridad con el arco geostacionario, para esto se verificó que las elevaciones que rodean la ESPOL no constituían un obstáculo para la visión de la antena con el arco geostacionario.
- Los planes de construcción de la ESPOL no considera otros edificios en el área de la facultad de Ing. Eléctrica que pudiera construirse a plazo futuro en un obstáculo para la antena.
- La topología del terreno que rodea a la ESPOL favorece la instalación de la estación terrena al proporcionar un apantallamiento natural que evita la interferencia de los enlaces terrestres en estas frecuencias.
- Al ser una área alejada de las rutas de los aviones no se presenta el problema de interferencia momentánea al paso de éstos entre la antena receptora y el satélite que esté siendo receptado, tampoco lo es el barrido del radar del aeropuerto de Guayaquil que se encuentra alejado de la ESPOL.

A continuación presentamos una lista de los canales que fueron obtenidos durante las pruebas de los alumnos del tópico:

## CANALES RECIBIDOS

Con la Antena de 5 m.:

### → SATÉLITE BRASILSAT 1. DIRECCIÓN 5045 - BANDA C

#### B1-1 : SATNET

1. Fine Tune +1.25 Mhz
2. Polarity Horizontal
3. Skew +90.0
4. Format Mono
5. Frequency 5.80 Mhz

#### B1-2 : TELE SENA

1. Fine Tune +3.00 Mhz
2. Polarity Horizontal
3. Skew +3.0
4. Format Mono
5. Frequency 5.90 Mhz

#### B1-3 : TV ESCOLA

1. Fine Tune +10.25 Mhz
2. Polarity Horizontal
3. Skew -90.0
4. Format Mono
5. Frequency 5.85 Mhz

#### B1-4 : MANCHETE

1. Fine Tune +3.00 Mhz
2. Polarity Horizontal
3. Skew +3.0
4. Format Mono
5. Frequency 5.72 Mhz

#### B1-5 :

1. Fine Tune +0.25 Mhz
2. Polarity Vertical
3. Skew +90.0
4. Format Mono
5. Frequency 5.84 Mhz

#### B1-6 : (Codificado)

1. Fine Tune +10.00 Mhz
2. Polarity Horizontal
3. Skew +3.0
4. Format Mono
5. Frequency 5.85 Mhz

#### B1-8 : REDE RECORD

1. Fine Tune +2.00 Mhz
2. Polarity Horizontal
3. Skew +3.0
4. Format Mono
5. Frequency 5.76 Mhz

#### B1-10 :

1. Fine Tune -9.00 Mhz
2. Polarity Vertical
3. Skew -90.0
4. Format Mono
5. Frequency 5.80 Mhz

#### B1-10 : (Codificado)

1. Fine Tune -9.00 Mhz
2. Polarity Vertical
3. Skew -3.0
4. Format Mono
5. Frequency 5.80 Mhz

#### B1-11 :

1. Fine Tune +9.75 Mhz
2. Polarity Horizontal
3. Skew +3.0
4. Format Mono
5. Frequency 5.75 Mhz

**B1-19 : (Codificado)**

1. Fine Tune +9.00 Mhz
2. Polarity Horizontal
3. Skew +3.0
4. Format Mono
5. Frequency 5.85 Mhz

**B1-20 : FOX (Codificado)**

1. Fine Tune +10.50 Mhz
2. Polarity Horizontal
3. Skew +3.0
4. Format Mono
5. Frequency 5.80 Mhz

**B1-21 :**

1. Fine Tune +11.25 Mhz
2. Polarity Horizontal
3. Skew +3.0
4. Format Mono
5. Frequency 5.73 Mhz

**B1-22 : TELESTORE**

1. Fine Tune +10.25 Mhz
2. Polarity Horizontal
3. Skew +3.0
4. Format Mono
5. Frequency 5.70 Mhz

**B1-22 :**

1. Fine Tune +10.25 Mhz
2. Polarity Horizontal
3. Skew +3.0
4. Format Mono
5. Frequency 5.70 Mhz

**B1-23 : USA**

1. Fine Tune +11.00 Mhz
2. Polarity Vertical
3. Skew +90.0
4. Format Mono
5. Frequency 5.76 Mhz

**B1-24 :**

1. Fine Tune -8.00 Mhz
2. Polarity Horizontal
3. Skew +3.0
4. Format Mono
5. Frequency 5.76 Mhz

**→ SATELITE SPACENET 2. DIRECCION 4935 - BANDA C****S2-23 : CADENA SUR**

1. Fine Tune +7.75 Mhz
2. Polarity Horizontal
3. Skew -13.5
4. Format Mono
5. Frequency 6.38 Mhz

→ SATELITE PANAMSAT 1. DIRECCION 4876 - BANDA C

**P1-4 : PANAMERICANA**

1. Fine Tune -9.75 Mhz
2. Polarity Horizontal
3. Skew -90.0
4. Format Mono
5. Frequency 6.74 Mhz

**P1-5 :**

1. Fine Tune -7.75 Mhz
2. Polarity Horizontal
3. Skew -90.0
4. Format Mono
5. Frequency 6.68 Mhz

**P1-8 :**

1. Fine Tune +12.25 Mhz
2. Polarity Horizontal
3. Skew -90.0
4. Format Mono
5. Frequency 6.29 Mhz

**P1-7 :**

1. Fine Tune +8.25 Mhz
2. Polarity Horizontal
3. Skew -90.0
4. Format Mono
5. Frequency 6.78 Mhz

**P1-11 :**

1. Fine Tune +11.00 Mhz
2. Polarity Horizontal
3. Skew -90.0
4. Format Mono
5. Frequency 5.80 Mhz

→ SATELITE INTELSAT 1. DIRECCION 4736 - BANDA C

**I1-4 :**

1. Fine Tune -14.00 Mhz
2. Polarity Horizontal
3. Skew -3.0
4. Format Mono
5. Frequency 5.90 Mhz

**I1-14 :**

1. Fine Tune +14.75 Mhz
2. Polarity Horizontal
3. Skew -3.0
4. Format Mono
5. Frequency 6.75 Mhz

→ SATELITE D-W. DIRECCION 4680 - BANDA Ku

**D1-9 : UTC**

1. Fine Tune +7.00 Mhz
2. Polarity Vertical
3. Skew -31.5
4. Format Mono
5. Frequency 6.80 Mhz

**D1-26 : REUTERS DC**

1. Fine Tune -10.75 Mhz
2. Polarity Vertical
3. Skew 0.0
4. Format Mono
5. Frequency 6.55 Mhz

### D1-31 : DUBAT

1. Fine Tune +2.00 Mhz
2. Polarity Vertical
3. Skew -3.0
4. Format Mono
5. Frequency 6.55 Mhz

Con la antena de 1 m.:

### → SATELITE HISPASAT. - BANDA Ku

#### H1-21 : HISPAVISION

1. Fine Tune -7.00 Mhz
2. Polarity Vertical
3. Skew -3.0
4. Format Mono
5. Frequency 6.60 Mhz

#### H1-25 : TV ESPAÑOLA

1. Fine Tune -7.00 Mhz
2. Polarity Vertical
3. Skew -3.0
4. Format Mono
5. Frequency 6.70 Mhz

**5.7. Muestra gráfica de los pasos varios en la instalación de la antena.**

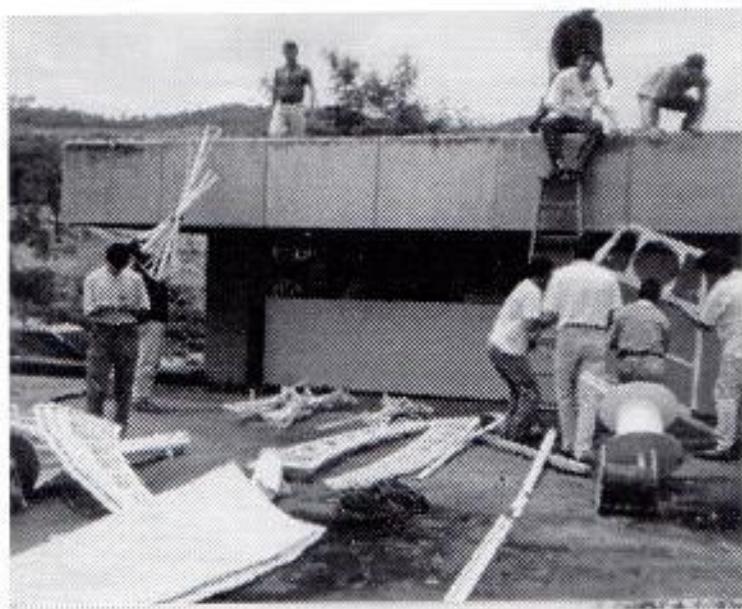


Foto 1.- Traslado de las partes de la antena a la parte superior del edificio del Laboratorio de Radiofrecuencia.



Foto 2.- Colocación de las costillas estructurales. Al mismo tiempo se hacían huecos con taladro sobre la terraza para colocar y fijar los pernos que sujetan la base de la antena.

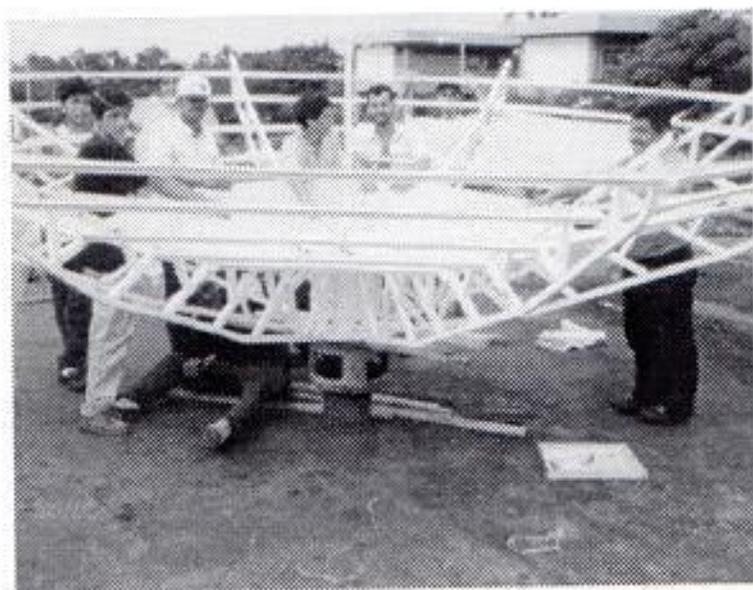


Foto 3.- Una vez aseguradas las costillas estructurales, se procede a colocar y asegurar la tela metálica que conforma el reflector principal



Foto 4.- Reflector principal parabólico completamente armado.



Foto 5.- Colocación del reflector principal sobre la base de la antena.



Foto 6.- Instante en el que se están colocando los pernos de fijación de la base de la antena.

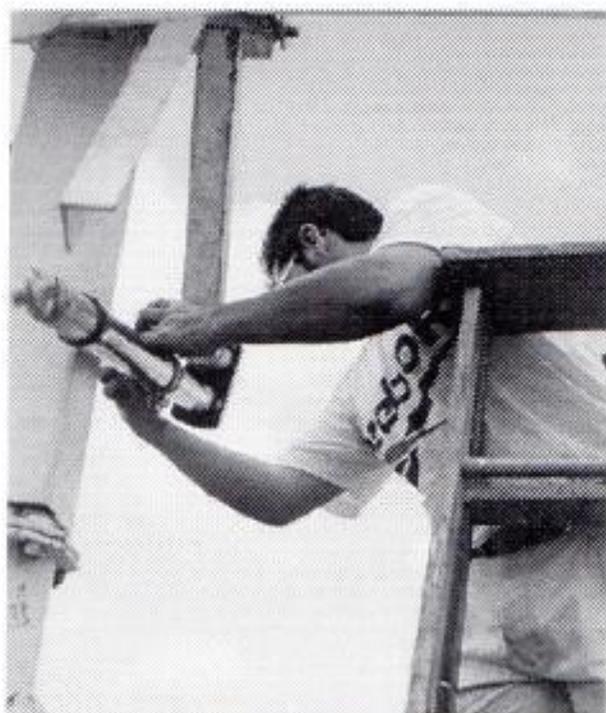


Foto 7.- Momentos cuando se procede a la instalación del actuador (motor y brazo). Luego se realizó la conexión de los cables que comunican el motor con el control del actuador.



Foto 8 - Antena completamente armada vista desde el patio de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación.

## 5.8. Conclusiones y Recomendaciones

El Tópico de Graduación nos ha permitido tener útiles experiencias en el campo de las telecomunicaciones via satélite.

A pesar de que en un principio se veía como lejana la meta de poner una estación receptora de televisión via satélite, hemos podido cumplir con nuestro objetivo. Las experiencias obtenidas no solo se circunscriben al campo de recepción de televisión, sino en las demás aplicaciones satelitales, tales como transmisiones de voz y datos y principios de radiocomunicación y radionavegación.

Sin embargo, y habiendo obtenido buenos resultados no se puede comparar la estación ESPOLSAT con algunas de las compañías que ya ofrecen televisión via satélite y tienen la capacidad de instalar antenas de mayor tamaño, ganancia y con equipos mas sofisticados.

En principio se penso en la instalación de una pequeña estación terrena cuya versatilidad seria mayor, sin embargo los costos de los equipos eran muy superiores a una estación simple de recepción de televisión.

Otro de los objetivos planteados era el de recibir simultáneamente varios canales, lo cual resulta imposible debido a que para ello es necesario contar con varias antenas,

ya sea de banda C o de banda Ku apuntadas a distintos satelites, ademas de moduladores en canales VHF o UHF tradicionales.

El método ideal para el análisis de señales del arco geostacionario, debe realizarse con el equipo adecuado tal como: analizadores de espectro, antenas direccionales tipo corneta en banda C, decodificadores, antenas isotrópicas para analisis de interferencias, etc; debido a la falta de estos equipos de tecnología muy avanzada y altos costos en los laboratorios de la facultad hubo que recurrir a métodos menos sofisticados como el de ensayo y error para encontrar los canales de television.

Es nuestro deseo que:

- ☐ Todas las experiencias obtenidas buenas o malas, sirvan como proyección a futuras fuentes de trabajo en el area de las telecomunicaciones.
- ☐ Uno de nuestros objetivos principales fue la rehabilitación del Laboratorio de Radiofrecuencia, lo cual fue hecho parcialmente debido a la gran cantidad de equipo bueno y dañado, de tecnología antigua, y que no cumplen con los requerimientos de la actualidad.
- ☐ Esperamos que las proximas generaciones de ingenieros electrónicos puedan contar con el equipo adecuado para una preparacion profesional de excelencia.

## **Bibliografía.**

### TELEVISIÓN DOMESTICA VÍA SATÉLITE.

Manual de Instalación y Localización de Averías.

FRANK BAYLIN - BRENT GALE

PRODUCCIONES BAYLIN - GALE

### EMISIÓN Y RECEPCIÓN DE TELEVISIÓN VÍA SATÉLITE.

RENE BESSON

EDITORIAL PARANINFO

### DIGITAL AND ANALOG COMMUNICATION SYSTEMS.

LEON COUCH

MACMILLAN PUBLISHING COMPANY

### SOBERANÍA DEL ECUADOR EN LA ÓRBITA GEOESTACIONARIA.

Dr. Freddy Villao Quezada

LITOGRAFÍA IMPRENTA DE LA UNIV. DE GUAYAQUIL.

### DIGITAL COMUNICATIONS.

Dr. Kamilo Feher. 1981.

Prentice Hall. USA.

### COMMUNICATIONS SATELLITE SYSTEMS.

James Martin. 1978.

Prentice Hall. USA.

### SATELLITE COMUNICATIONS.

Wilbur L. Pritchard - Joseph A. Sculli. 1986.

Prentice Hall. USA.

# SATELLITE COMMUNICATIONS.

Robert M. Gagliardi. 1984  
Wadsworth Inc. USA.