

300617
10



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA
INCORPORADA A LA U. N. A. M.

“Proposición para la Fabricación Nacional del Aparato Receptor, en una Estación Terrestre de Señal Satelite”

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO MECANICO ELECTRICO CON ESPECIALIDAD EN ELECTRONICA Y COMUNICACIONES

P R E S E N T A
ANA LILIA PADILLA LAVIN

2002

MEXICO, D. F.

EJEMPLAR UNICO





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

SECRETARIA GENERAL
DIRECCION GENERAL DE INCORPORACION
Y REVALIDACION DE ESTUDIOS
No. 108/184/0225

LIC. MARIA HEIDI PERENA GILI
DIRECTORA DE INCORPORACION Y REVALIDACION
DE ESTUDIOS DE LA U.N.A.M.
P r e s e n t e

Por la presente se hace constar que la C. ANA LILIA PADILLA LAVIN, con número de cuenta UNAM 27700072; quien es pasante de la carrera de Ingeniero Electrónico, en la Universidad La Salle; INICIARA la prestación del Servicio Social el día 2 de julio de 1984; en esta Dirección desarrollando las siguientes funciones: Apoyo en actividades de registro y control de documentos escolares, con horario de cuatro horas diarias de lunes a viernes, laborando un total de 20 horas semanales, durante seis meses, sin goce de sueldo. Se extiende la presente a petición de la interesada.

A t e n t a m e n t e
" POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU "
Cd. Univer., D.f., 20 de Junio de 1984
JEFE DE LA UNIDAD ADMINISTRATIVA



SECRETARIA GRAL.
DIRECCION GENERAL DE
INCORPORACION Y REVALIDACION
DE ESTUDIOS

Maria Teresa Herrera Davila
MA. TERESA HERRERA DAVILA



SECRETARIA GRAL.
DIRECCION GENERAL DE
INCORPORACION Y REVALIDACION
DE ESTUDIOS

MTHD/nmd.

15 NOV. 1984
EXTEMPORANEO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MEXICO D.F. A 7 DE SEPTIEMBRE DE 1984

ING. MARCIAL RICO
SEMINARIO DE TESIS INGENIERIA
UNIVERSIDAD LA CALLE
PRESENTE.

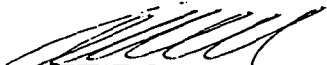
Estimado Ing. Marcial Rico:

Por medio de la presente me permito solicitar su autorización para dirigir el trabajo de Tesis Profesional de la Srta. ANA LELIA PADILLA LAVIN, como estudiante del noveno semestre de la carrera de ING MECANICA*ELECTRICA, con area principal en ELECTRONICA, así como adelantar dicho trabajo en virtud de que va a realizar unos estudios en el extranjero.

El título de la tesis será: PROPOSICION RECEPTOR DE T.V. SATELITE, NACIONAL.

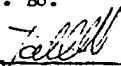
Agradeciendo de antemano la atención que se sirva prestar a la presente quedo de usted:


A T E N T A M E N T E


Ing. Ohannes Bulburián
DIRECTOR DE TESIS

OR por medio superior a T(s/est)
MR
Vo. Bo.

Vo. Bo.


Ing. Jose Antonio Torres
JEFE DEL AREA


Ing. Marcial RICO
SEMINARIO DE TESIS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**TEMARIO TESIS: PROPOSICION PARA LA FABRICACION NACIONAL DEL
APARATO RECEPTOR, EN UNA ESTACION TERRESTRE
DE SEÑAL SATELITE.**

INDICE.

	INTRODUCCION
CAPITULO I.	INTRODUCCION A LOS SATELITES.
CAPITULO II.	APARATOS Y FUNCIONAMIENTO DE LA ESTACION TERRESTRE.
CAPITULO III.	PROCESAMIENTO DE LA SEÑAL Y DISEÑO DEL • SISTEMA.
CAPITULO IV.	EL SISTEMA DE TULANCINGO HIDALGO.
CAPITULO V.	PROPOSICIONES PARA MEXICANIZAR EL RECEPTOR.
	CONCLUSIONES,

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

MEXICO D.F. A 14 DE FEBRO DE 1985

ING. MARCIAL FIGO RICO.
COORDINADOR SEMINARIO DE TESIS.
ESCUELA DE INGENIERIA.
UNIVERSIDAD LA SALLE.
PRESENTE.

ESTIMADO INGENIERO:

Por medio de la presente, se hace conatar que la Srta. Ana Lilia Padilla Lavin, alumna del 9o. semestre de la carrera de Ingenieria Mecánico-Eléctrica, con especialidad principal en Electrónica y comunicaciones, ha cumplido satisfactoriamente con el 100 % de su tesis, obteniendo calificación de lisa en la materia correspondiente al seminario de Tesis. El título de la tesis es: Proposición para la fabricación nacional del aparato receptor, en un sistema de recepción via Satélito.

A T E N T A M E N T O

ING. CHANNES BULLITIAN CALABRETTAN
DIRECTOR DE TESIS.

ING. MARCIAL FIGO RICO.
COORDINADOR DE SEMIN. TESIS.



ING. RAFAEL BARRERA DE BERGARDI.
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERIA.

INGENIERIA

ING. JOSE ANTONIO TORRES N
14 FEB 1985

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



SOLICITUD DE REVISION DE TESIS (INDIVIDUAL)

C. DIRECTOR GENERAL DE INCORPORACION
Y REVALIDACION DE ESTUDIOS DE LA UNAM
Presente.

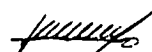
PADILLA LAVIN ANA LILIA
Apellido Paterno Materno Nombre (s)
No. de expediente: 27700072

Alumno de la carrera de: INGENIERIA MECANICA- ELECTRICA

Solicita la revisión de la tesis titulada: "PROPOSICION PARA LA FABRICACION NACIONAL
DEL APARATO RECEPTOR, EN UNA ESTACION TERRESTRE DE SEÑAL SATELITE".

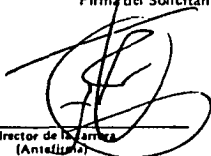
Área ELECTRONICA Y COMUNICACIONES

México, D.F., a 14 de ENERO de 19 85


Firma del Solicitante

Vo. Bo.


Asesor de la tesis
(Anteluzma)


Director de la carrera
(Anteluzma)

FIS. OHANNES BULBULIAN GARABEDIAN. ING. ARTURO ROJAS DE BENGARDI.

EL JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL
DE ESTUDIOS PROFESIONALES

Hace constar la aprobación de la Tesis objeto de esta solicitud, y autoriza su impresión.
Ciudad Universitaria, D.F., a ____ de ____ de 19 ____
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

LIC. ALEJANDRO AMOZURPUTIA GUZMAN.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

A DIOS, por todo cuanto me ha dado.

Para mi madre, Sra. Ma. de los Angeles
Lavín de Padilla. Porque el camino ha
sido largo y el éxito no solo es mio.

Para mi padre, ing. Guillermo Padilla
Sotelo, amigo, guía y ejemplo. Con el
más profundo agradecimiento y el más
grande amor.

A la memoria de mi abuelita PAULITA.

Especialmente a alguien que quiero mucho,
Mi abuelita Mary

A mi hermana Angelines, por su sencillez e inteligencia. Por todo cuanto es y me ha enseñado.

A Martha, quien más que mi hermana ha sido mi amiga y complice.

A 11, Jorge.

**A quién a través del tiempo siempre
tengo presente. Mi padrino, Arq.
Fernando Padilla Sotelo.**

Al Ing. Jose Luis Castañeda, quien como profesor y persona, supo ganarse mi respeto y cariño. Por sus consejos y su ayuda siempre oportuna.

Al Fis. Channes Bulbulian Garabedian.
Por su asesoría, ayuda y apoyo en el desarrollo de este trabajo.

A todos los profesores que me ayudaron
a alcanzar esta meta.

A mis compañeros de generación, 80-85
de Ingeniería Electrónica por todo lo
que compartimos.

A todos los que forman parte de la
Universidad La Salle.

INTRODUCCION.

La tecnología avanza más no porque el hombre lo planeé de esta manera, sino porque al igual que la naturaleza, se encuentra 'ahí', esperando evolucionar y desarrollarse.

Hoy en día, los sistemas de comunicaciones se encuentran en un desarrollo vertiginoso, afectando continuamente a la sociedad y a nuestra vida diaria.

El presente estudio, está enfocado a las comunicaciones vía satélite, que han sido como una supercarretera por medio de la cual, desde la mitad de los años 60's el mundo ha sido unido.

Una de las motivaciones para el desarrollo de esta tesis, es que actualmente dentro del programa de la materia de comunicaciones en la licenciatura de Ingeniería Electrónica, no se incluyen las comunicaciones vía satélite, las cuales, dentro de muy poco tiempo nos absorberán y pasarán a ser una parte esencial de nuestra vida, como lo ha sido el radio y la televisión.

Es el receptor, el sistema electrónico esencial de la estación terrestre de recepción de señales vía satélite, en el se encuentran los principales procesamiento de la señal, por esta razón es importante obtener --

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

uno de fabricación nacional.

Aunque en el mercado actual de México no se encuentran todos los elementos necesarios para realizarlo es objetivo de la presente tesis obtener, en lo posible, un receptor de señal vía satélite con elementos nacionales.

El desarrollo de la tesis, se ha efectuado de la siguiente manera:

CAPITULO I.

LOS SATELITES. En este primer capítulo se presentan aspectos importantes del desarrollo de los sistemas de transmisión vía satélite, así como la importancia de estos en la actualidad.

CAPITULO II.

APARATOS Y FUNCIONAMIENTO DE LA ESTACION TERRESTRE. En este capítulo se hace un estudio de los elementos que constituyen la estación terrestre de recepción.

CAPITULO III.

PROCESAMIENTO DE LA SEÑAL Y DISEÑO DEL SISTEMA. Se muestran los parámetros primordiales para el diseño de una estación terrestre; así como el procesamiento que se sigue con la señal que llega del satélite.

CAPITULO IV.

SISTEMA RECEPTOR DE TULANCINGO HGO. Este capítulo está basado en documentos proporcionados por la secretaria de Comunicaciones y transportes y tiene como objeto dar un ejemplo de una estación receptora.

CAPITULO V.

PROPOSICIONES PARA MEXICANIZAR EL APARATO RECEPTOR DE UNA ESTACION TERRESTRE DE SEÑAL SATELITE. En este capítulo se enfoca directamente a cuales son las - proposiciones que se hacen para obtener en lo posible un receptor de señal vía satélite con elementos nacionales.

CAPITULO VI.

CONCLUSIONES.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO I.

INTRODUCCION A LOS SATELITES.

En los años precedentes a Cristobal Colón , fué comunmente aceptado que la tierra era plana. Cuando este concepto fué refutado, la tierra fué considerada como una esfera perfecta.

La tierra no es una esfera desde el momento que no es perfectamente redonda. La tierra está aplanada en las areas correspondientes al polo Sur y al polo Norte, con un ensanchamiento en el ecuador.

Si se quisiera dibujar una línea desde el centro de un polo al centro de otro, la línea tendría una longitud aproximada de 12,800 Km.; esta línea imaginaria es el eje de la tierra.

Nosotros podemos dividir a la tierra en dos partes iguales o hemisferios, dibujando una línea imaginaria, alrededor de la máxima circunferencia, esta línea es llamada el ecuador.

Si se quisiera ver un satélite, tendríamos que ver la luna en el cielo. La luna es un satélite y es nuestro más cercano vecino en el espacio, 384,320.91 Km. Los otros planetas tienen también satélites; Marte, tiene dos; -

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Jupiter, tiene 12; Saturno, tiene 9; estos satélites son clasificados como naturales; el hombre hace satélites llamados artificiales.

En 1957, la URSS, lanzó al SPUTNIK, el primer satélite artificial del mundo; sólo transmitía una simple señal de radio, después se hizo necesario desarrollar, muchas técnicas adicionales, para hacer posible la comunicación, - por medio de satélites.

Las celdas fotoeléctricas hicieron posible que estas remotas estaciones transmisoras generaran su propia electricidad por medio del Sol, dando a los satélites una plena confianza en su operación. En 1962, E.U.A., lanzó el TELESTAR, el primer satélite en el mundo utilizado para programas de televisión.

Cada satélite es como una torre radiodifusora, la cual se encuentra a una altura de 35,880.70 Km.; es una estación automática que transmite en un área de alrededor de 40 % de la superficie de la tierra. Los satélites algunas veces llamados C A T V (community antenna TV satellite), no generan o producen sus propios programas, pero no por esto se convierten en máquinas pasivas, pues como se dijo anteriormente, están equipados con un transmisor y un receptor.

VENTAJAS DE LOS SATELITES.

La tremenda altura de la órbita de un satélite

lite y el hecho de que los satélites son máquinas activas, dan como resultado grandes ventajas, algunas de las cuales son realizables.

Una de ellas es que las señales de TV satélite se encuentran sobre la atmósfera y por lo tanto no se ven afectadas por el clima; sin embargo tienen una limitación impuesta por la curvatura de la tierra, de esta manera los usuarios pueden ver programas independientemente del rumbo de las estaciones transmisoras, de rascacielos, de estructuras metálicas (como puentes), de interferencias terrestres (como son las montañas), etc.

La transmisión de TV satélite es superior a la transmisión en microondas o a las repetidoras terrestres. Las repetidoras son usadas para vencer la característica de la señal de TV de viajar en línea recta, pero el factor que permanece en este tipo de transmisión es materia de la reflexión desde edificios o interferencias terrestres.

No sólo un satélite, sino un gran número de ellos, viajan alrededor de la tierra, siguiendo una línea de latitud imaginaria en el espacio que es paralela al ecuador, además; de la misma manera que toma a la tierra un día, llegar a completar una revolución, a un satélite, le toma un día completar una revolución. Uno es conocido como día terrestre y el otro es conocido como día de órbita. Ambos requieren la misma cantidad de tiempo.

Ya que el diámetro de la tierra en el ecuador es de aproximadamente 12,800 Km., la altitud de un satélite sincrónico con la tierra es casi tres veces más. La órbita de un satélite alrededor de la tierra es circular, desde el momento que la tierra tiene una rotación circular sobre su eje, (esto no significa que todo objeto en el espacio siga tal órbita). Cuando un satélite es colocado por primera vez, en el espacio, sigue una órbita elíptica, subsecuentemente se empuja a una órbita circular, por presiones sobre el mismo satélite.

Un satélite no sólo debe ser puesto en una órbita circular, sino que también debe colocarse en su canal, esto es; debe ser colocado correctamente con respecto a los otros satélites.

Los satélites artificiales usan órbitas - circulares, pero los objetos naturales en el espacio siguen órbitas elípticas.

Mientras la rotación de la tierra es circular, su órbita alrededor del sol es elíptica. La luna, se - mueve alrededor de la tierra en una órbita elíptica.

Los satélites están arreglados en una órbita circular en el plano ecuatorial. Este plano es una figura geométrica imaginaria, de dos dimensiones que dividen a la tierra en dos mitades perpendicularmente a través de la - línea del ecuador.

Es fácil calcular, no solo la separación entre cada satélite sino también la velocidad de órbita que deben tener. En el ecuador el diámetro de la tierra es de - 12,752.9 Km, la mitad de esto , el radio de la tierra es de 6,376.4 Km. La distancia a un satélite es de 35,846.9 añadien do el radio de la tierra en el ecuador a la distancia entre el satélite y la superficie terrestre, obtenermos: 42,223.3 Km.

Basados en la fórmula de la circunferencia de cualquier círculo es:

$$C=2 \times \text{PI} \times R$$

La circunferencia, de la órbita es entonces igual a:

$$C_{\text{órbita}} = 6.2832 \times 42,223.3 = 265,298 \text{ Km.}$$

Esta última cifra es la distancia, recorri da por cada satélite en su órbita cada día.

Anteriormente se dijo que la fuente de energía es el sol, que por medio de pilas fotoeléctricas convierten la luz del sol, en potencia eléctrica, la cual se -- controla de diferentes maneras:

- a) Por un arreglo preprogramado en el cual la energía se sumi nistra automáticamente.
- b) Por el uso de sensores a bordo del satélite.
- c) Por controles terrestres.

Los satélites pueden ser activos o pasivos los primeros son aquellos que no transmiten señales de radio a la tierra, pero si pueden reflejarlas. Los satélites activos emiten señales de radio, para facilitar su rastreo y -- transmitir datos de sus instrumentos a las estaciones terrestres.

Atendiendo a sus funciones u objetivos, - los satélites se dividen en:

1. Satélites científicos, que portan instrumentos para medir campos magnéticos radiaciones del espacio, radiaciones - del sol, etc.
2. Satélites de aplicación, que tienen - propósitos utilitarios. Ayudan a las predicciones meteorológicas, extienden las comunicaciones terrestres, estudian nuestro planeta, proporcionan ayuda a - la navegación, permiten utilizar la televisión con fines educativos, etc.

SATELITES DE COMUNICACIONES.

Un sistema de comunicación por satélites consta de dos elementos básicos: los satélites y las estaciones terrenas. Son varios los tipos de satélites que han - sido propuestos para fines de comunicación y se clasifican según el tipo de órbita que describen y la función que de-

sempañan, es decir, si están contruidos para amplificar y repetir las señales de telecomunicación o simplemente para reflejarlas.

De todos los sistemas que se han desarrollado y experimentado, el de satélites sincrónicos estacionarios es el que actualmente se usa para la red global de telecomunicaciones, en la que México participa.

En este sistema, los satélites se sitúan en órbitas llamadas sincrónicas, debido a que su periodo de revolución es igual al de la Tierra. El plano orbital del satélite permanece en el mismo punto sobre el Ecuador.

Debido a la gran altitud orbital de un satélite sincrónico (aproximadamente 35,600 Km), es posible cubrir grandes zonas. Con sólo tres satélites se puede cubrir el globo terrestre, excluyendo parte de los casquetes polares.

Un solo satélite permite el establecimiento simultáneo de comunicación entre varias estaciones terrenas, distantes miles de kilómetros entre sí.

Estos sistemas, por ser de alta capacidad, pueden manejar cientos de canales telefónicos a la vez, así como programas de televisión en ambos sentidos.

COMSAT E INTELSAT.

La COMSAT, establecida en 1962 en Estados Unidos de América, comenzó sus operaciones en 1963. Su objetivo es "establecer en unión y en cooperación con otros paí

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ses, un sistema comercial de comunicaciones por satélites, - como parte de una red mejorada de comunicaciones mundiales, que responderá a las necesidades de comunicaciones de Estados Unidos y de otros países, y que contribuirá al entendimiento y a la paz mundiales".

Poco después de haber comenzado sus operaciones la COMSAT, se vio en la necesidad de buscar la cooperación internacional a fin de lograr una conciencia global - de telecomunicaciones mundiales por satélites, y para brindar participación equitativa a todos los países del mundo.

Las gestiones que se hicieron con estos - propósitos, culminaron en breve tiempo con la firma de dos - convenios internacionales suscritos, uno por los gobiernos y otro por las entidades nacionales de telecomunicaciones de 45 países. Este fue el nacimiento del Consorcio Internacional de Comunicaciones por Satélite, INTELSAT.

En 1966, México se asoció a la corporación Internacional de Comunicaciones por Satélites, con el fin - de gozar de lleno de los beneficios que estos adelantos tecnológicos reportan.

Para el establecimiento del sistema global de comunicaciones comerciales por satélites se consideran - básicamente dos segmentos: el segmento espacial, que comprende de los satélites en órbita y las facilidades de comando y -

y control y el segmento terrestre, que está formado por la red de estaciones terrenas que se comunican entre si por - el satélite y sus dispositivos de conexión a las redes nacionales.

El segmento espacial es de propiedad internacional, pertenece a los 72 países que forman el INTEL SAT y es administrado por la Corporación de Comunicaciones por Satélites (COMSAT).

El satélite "PAJARO MADRUGADOR" fue puesto en órbita, en abril de 1968, a 36,000 Km por encima del oceano Atlántico, al este de la costa de Brasil. Contaba - con una capacidad de 240 canales telefónicos y una vida efectiva estimada de uno y medio años. Desde entonces, el - progreso tecnológico en el campo de las comunicaciones espaciales ha sido sorprendente.

A sólo 3 años del lanzamiento del PAJARO MADRUGADOR, un nuevo satélite de comunicaciones era puesto en órbita sincrónica estacionario, el INTELSAR III-A, con una capacidad de 1,200 canales telefónicos y una vida estimada de 5 años.

México cuenta con una estación terrena para comunicaciones vía satélite, ubicada en Tulancingo - Hidalgo (se estudiará en un capítulo posterior con detalle) operada por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Esta estación transmitió en octubre de 1968, los

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

eventos deportivos de la XIX Olimpiada. Las señales, en esa ocasión, fueron retransmitidas a todos los rincones del viejo mundo, mediante el enlace del satélite ATS-3 (Applications Technology Satellite).

SATELITE METEOROLOGICOS.

En los últimos veinte años, la tecnología moderna ha logrado avances muy significativos en el campo de la meteorología, gracias al satélite meteorológico, a la computadora y al conocimiento cada vez mayor de los procesos físicos de la atmósfera, lo cual está conduciendo a la posibilidad de formular pronósticos meteorológicos de largo alcance.

El programa meteorológico mundial es parte integrante de un esfuerzo internacional por convertir este sueño en realidad. La Asamblea General de las Naciones Unidas, aprobó, la resolución en la que recomendaba a todos los estados miembros y a la Organización Meteorológica Mundial (OMM), que emprendieran un estudio a fondo, "tomando en cuenta los adelantos logrados en el espacio ultraterrestre, las medidas destinadas a fomentar la ciencia y la tecnología atmosféricas y desarrollar los medios actuales de pronósticos meteorológicos".

En respuesta a la recomendación, la OMM preparó un nuevo sistema meteorológico global, denominado -

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

"vigilancia Meteorológica Mundial", en tanto que el Consejo Internacional de Uniones Científicas propuso el "Programa -- global de investigación atmosférica ".

El programa meteorológico mundial comprende dos líneas principales de acción. Una trata de la organización y puesta en práctica de la vigilancia meteorológica mundial, o sea un nuevo sistema que proporcionaría una observación sistemática de la atmósfera sobre toda la superficie de la Tierra, y aseguraría la rápida y eficiente comunicación, el procesado y el análisis de los datos meteorológicos de valor. La otra, el programa global de investigación atmosférica, tiene por mira proporcionar la comprensión científica profunda de la atmósfera que se necesita para hacer pronósticos meteorológicos mas precisos, desarrollar la capacidad de hacer tales pronósticos a largo plazo y la exploración sistemática de la posibilidad de introducir modificaciones meteorológicas en gran escala, uno de los aspectos - mas intrigantes de la ciencia de la meteorología.

El progreso que se está alcanzando en la meteorología, tendrá sin duda una repercusión muy grande en la administración de los recursos hidráulicos, la agricultura y el desarrollo urbano.

El satélite denominado TIROS (Television Infrared Observational Satellite) fue destinado a la investigación de las condiciones del tiempo y operado por la

NASA.

SATELITES GEODESICOS.

El uso de satélites artificiales de la Tierra para geodesia, ha sido reconocido como una gran herramienta para obtener información científica sobre el tamaño y forma de la tierra.

Su utilidad fue recomendada por la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica, (International Union of Geodesy and Geophysics IUGG), en Helsinki, Finlandia.

Las metas y objetivos primarios de los programas de observación de satélites geodésicos son: aumentar la exactitud al relacionar la mayor masa de la tierra con el centro de masa de la misma, determinar la estructura detallada del potencial gravitacional de la tierra y realizar un dato geodésico mundial, en el cual todas las estaciones observadoras estén referidas a un origen sobre el mismo cuadro matemático de referencia.

Las posiciones geocéntricas, junto con las alturas medidas de estas estaciones de satélites, permitirán el "geoide" en relación a sus coordenadas geocéntricas sobre una base mundial, independientemente de datos astrogeodésicos y de gravedad; las coordenadas resultantes de la estación con su origen en el centro de gravedad de la tierra, serán por primera vez proporcionadas a todas las naciones

para muchas áreas de investigación de las ciencias de la Tierra y del espacio.

De los sistemas que se han desarrollado - desde hace algunos años de experimentación en partidas de - campo, se describen dos de ellos: uno de rastreo óptico (BC-4) y otro de rastreo electrónico (DOPPLER).

El objetivo del sistema BC-4 en el programa mundial de triangulación por satélites, es el establecimiento de la Red Geométrica Primaria Pageos (Primary Pageos Geometric Network) PPGN, una red básica de estaciones de tierra con exactitud de 1:500,000 con tolerancia en mediciones de azimut y ± 0.6 segundos para elevación.

Esto permite una exactitud de cerca de 1:100,000 y 1:650,000 para posiciones horizontales y alturas, respectivamente. Sin embargo, esta exactitud incrementada puede ser lograda solamente por un correspondiente incremento en el número total de observaciones adquiridas y reducidas. La determinación final de la exactitud se puede hacer solamente después de establecer una solución geodésica para la red.

Este método de triangulación por satélites de tipo fotogramétrico, requiere una observación simultánea de dos o más puntos en tierra a un satélite pasivo (iluminado por el Sol) contra un fondo de estrellas. Subsecuentemente, en un laboratorio, las mediciones de las placas fotográficas y su reducción, proporcionarán la información obtenida.

SATELITES DE AYUDA A LA NAVEGACION.

Los satélites de navegación son aquellos - capaces de ayudar a determinar continuamente las posiciones de cualquier vehículo (barcos, aviones, etc.) por todo el mundo, bajo cualquier condición atmosférica y de transmitir y recibir mensajes de ellos.

El conocimiento del espacio exterior desempeña una función importante, que los satélites constituirán un elemento principal en un sistema mundial de ayuda para la navegación de embarcaciones y aviones. Dichos sistemas posibilitarán el que naves aéreas y de superficie siguieran rumbo a sus destinos sin riesgo y de manera eficiente, en cualquier parte del mundo.

Si se considera que las ayudas a la navegación constituyen toda la información necesaria para que un vehículo haga una travesía de un punto a otro sin riesgos, - en forma eficiente y económica, el servicio debe incluir:

1. SERVICIO DE FIJACION DE POSICION PARA LOS FINES SIGUIENTES:

- a) Determinación, a bordo de los vehículos en movimiento, de su propia posición.
- b) Determinación independiente o por telemando de la posición de todos los vehículos en movimiento de un cierto tipo, para regular el tráfico.
- c) Determinación independiente o por telemando de la posición

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

de todos los vehículos en movimiento que estén en condiciones de ayudar en las operaciones de búsqueda y salvamento

2. SERVICIO DE COMUNICACIONES PARA LOS FINES SIGUIENTES:

- a) Regulación del tráfico y control de las operaciones.
- b) Retransmisión de datos sobre posiciones determinadas independientemente, a vehículos en movimiento o a otros centros de regulación del tráfico con base terrestre.
- c) Retransmisión de las instrucciones dadas en las operaciones de búsqueda y salvamento.
- d) Transmisión a los vehículos en movimiento y a su vez, retransmisión desde estos, de pronósticos y de datos sobre condiciones del medio ambiente como son:

Estado de la atmósfera.

Hielo.

Estado del mar.

Radiación solar.

Obstáculos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3. SERVICIO DE TELEMETRIA PARA LOS FINES SIGUIENTES:

- a) Vigilancia de ciertos subsistemas de vehículos en movimiento para transmitir automáticamente datos con objeto de alertar y registrar en tierra el comportamiento de los mismos, así como para realizar el mantenimiento de los vehículos y las investigaciones necesarias en caso de accidentes.

b) Observación y notificación automáticas de las condiciones del medio que encuentran los vehículos en movimiento, a fin de proporcionar automáticamente información a un sistema de análisis y pronóstico del medio.

SATELITES DE INVESTIGACION CIENTIFICA.

Los programas de satélites científicos tienen como finalidad el aumentar el conocimiento del hombre sobre el medio espacial, desarrollar su capacidad para utilizar el espacio con fines prácticos y soportar las misiones de vuelo tripulados.

Varias son las disciplinas de interés científico en la investigación espacial y principalmente la física, la astronomía y la biociencia.

En el campo de la física espacial los objetivos de interés son los siguientes:

- Obtener un entendimiento claro y preciso de las interacciones y de los procesos dinámicos que controlan el medio espacial de la tierra.
- Explorar nuevas regiones del espacio que permitan aumentar la comprensión de la naturaleza y evolución del sistema solar y del Universo.
- Establecer laboratorios en el espacio para investigaciones y experimentos que no son factibles de realizarse en la Tierra.

La astronomía espacial ofrece grandes ventajas, pues permite una vista total y limpia de los cuerpos celestes ya que las observaciones se harán desde una plataforma espacial fuera de atmósfera terrestre.

El campo de la biociencia espacial tiene entre otros objetivos:

- Estudiar los efectos del espacio y de los medios planetarios sobre los organismos vivientes de la tierra y la adaptación de los organismos a esos medios.
- Detectar la existencia de vida extraterrestre dentro del sistema solar y estudiar su origen y naturaleza.
- Desarrollar teorías fundamentales y modelos teóricos relativos al origen y desarrollo de la vida.
- Prevenir contaminaciones en la Luna y otros planetas por formas de vida de la tierra y proteger la tierra de contaminaciones en vuelos de retorno de otros cuerpos.

Varios satélites o familias de satélites han sido lanzados con propósitos científicos por varios países, algunos ejemplos son los siguientes:

La familia BIOSATELLITE de Estados Unidos. Consiste en satélites que efectúan experimentos para estudiar efectos sobre organismos vivientes por ingravidez prolongada, radiación y ausencia de rotación de la Tierra.

La familia EXPLORER de Estados Unidos ha permitido realizar investigaciones en física y radiación solar, rayos cósmicos, magnetósfera, fenómenos interplaneta-

rios, cinturones de radiación, etc.

La familia "OGO" (Observadores Geofísicos en Órbita) de Estados Unidos realizan experimentos en geofísica, física espacial y astronomía.

Los satélites PROTON lanzados por la URSS constituyeron el primer laboratorio completo en órbita para el estudio de radiaciones de gran energía.

SATELITES PARA FINES EDUCATIVOS.

Este concepto tiene como principio el de proporcionar enseñanza por medio de imágenes de televisión cuyas emisiones educativas se producen en un centro regional o nacional y que son retransmitidas por un satélite sincrónico estacionario.

Varios sistemas han sido propuestos, en los cuales se considera la posibilidad de disponer de los nuevos medios espaciales para la educación y formación de las masas, entre estas se encuentran, un avance significativo para la historia del mundo.

La primera comunicación doméstica por satélite en América, tuvo lugar con el satélite WESTAR I, que empezó su operación en 1974, que pertenecía a la UNION - OESTE de Estados Unidos, pronto el uso del WESTAR I en la televisión fue esporádica y la transmisión de datos y de teléfono constituyeron su mayor uso. Después de este lanzamiento en 1975, el cual proporcionó un servicio a 57,000 - subscriptores en cuatro estados con distribución de progra

mación de televisión satélite los siguientes satélites:

- SATCOM V
- SATCOM IV
- GALAXY I
- SATCOM III
- COMSTAR IV
- WESTAR V
- SATCOM II
- ANIK B
- ANIK D1
- WESTAR IV
- COMSTAR I
- WESTAR III
- COMSTAR III
- SATCOM IV
- WESTAR II

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO II.

APARATOS Y FUNCIONAMIENTO DE LA ESTACION TERRESTRE.

Tomemos en cuenta el siguiente diagrama de bloques para representar todo el sistema (FIG. 2.1). Donde LNA es un amplificador de bajo ruido (low noise amplifier) y el VTO es un oscilador de voltaje sintonizado (voltage tuned oscillator).

Las microondas transmitidas (4 GHz) por los satélites son muy débiles, en potencia, cuando finalmente salen y caen en su sitio; el largo de la antena parabólica es generalmente entre 8 y 12 pies, captura el mayor número posible de señales y las refleja a su punto central sobre el centro de la parábola, llamado punto focal, La antena parabólica debe ser centrada perfectamente, una desviación de 1 o 2 pulgadas, puede ser la diferencia entre una buena y una mala recepción.

Un objeto metálico llamado cuerno de alimentación está localizado en el punto focal y ayuda a recoger todas las señales de microondas reflejadas y las conduce de regreso al primer circuito de electrónica con una mínima pérdida de señal.

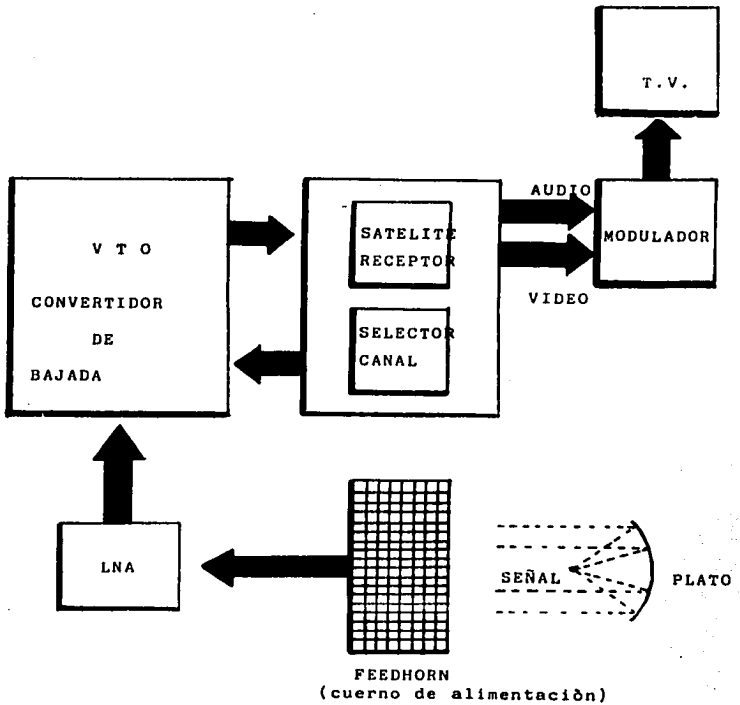
El primer circuito electrónico es llamado LNA, amplificador de bajo ruido. Es como una caja rectangular de metal, abierta en su parte delantera.

El LNA, consiste de algunos circuitos amplificadores de microondas, estos multiplican la señal de entrada menor a un millonésimo de volt per un factor de 100,000.

Esta señal de satélite amplificada se manda fuera del LNA por medio de un largo cable coaxial a otro circuito llamado convertidor de bajada.

El convertidor de bajada es un circuito electrónico especializado, el cual reduce la señal de 4 GHz a una frecuencia mucho mas baja, llamada frecuencia intermedia (FI). Un circuito mezclador de microondas que se encuentra en el convertidor combina la señal de entrada del satélite con - una segunda señal generada por el VTO (Voltage Tuned Oscillator), oscilador de voltaje sintonizado, se dice voltaje sintonizado, porque su frecuencia puede ser variada por un voltaje D.C. enviada al - receptor.

Cuando estas dos señales se encuentran combinadas, la señal de frecuencia intermedia



2.1 Diagrama de bloques de la estación terrestre.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

FI, se crea, después se filtra y se amplifica - antes de que se envíe fuera del convertidor por medio de un cable coaxial.

Cuando la FI de 70 MHz, es producida por un mezclador, este proceso se conoce como conversión simple. Este es el método mas común de bajar la frecuencia de la señal enviada por el satélite.

Después de que se ha filtrado, la - señal FI, es enviada a otro circuito llamado discriminador.

El trabajo del discriminador es separar las señales de audio y video, las cuales están contenidas en la frecuencia intermedia de 70 - MHz, en la misma manera que se encuentran en la - señal original de 4 GHz (portadora).

Después de que salen del discriminador, las señales, mezcladas de audio y video son separadas y pasan por un circuito adicional para procesarlas, estas señales de salida de audio y - video son conectadas a un modulador de radio frecuencia RF , este se encuentra dentro del receptor o como unidad separada.

El modulador actúa como un transmisor miniaturizado. En algunos casos donde la alta fide

TRANSFORMACION DE LA SEÑAL A TRAVES
DEL SISTEMA

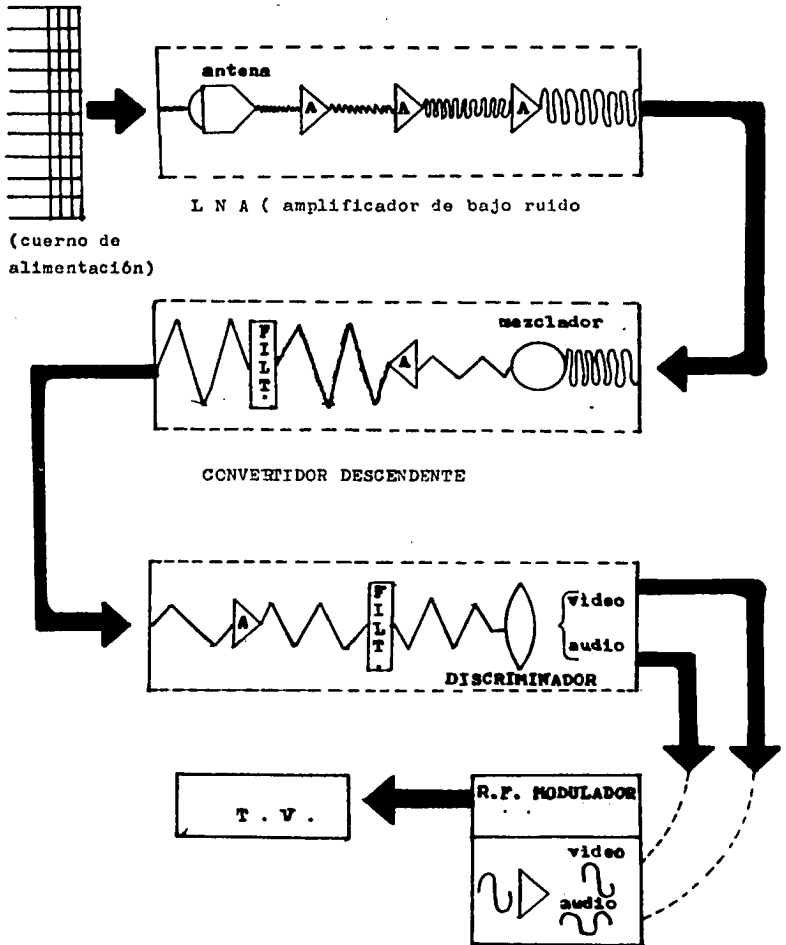


FIG. 2.2 Transformación de la señal a través del sistema

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

lidad o sonido estereo son deseados, las salidas de audio que vienen del satélite pueden ser conectadas a un centro de sonido estereo.

La construcción de la parábola es crítica. Debe ser alineada de tal manera, que refleje todas las señales que le llegan al punto focal que ya se mencionó.

La figura 2.3 muestra un dibujo típico de la operación básica de la parábola y del cuerno alimentador de las antenas.

De este dibujo se puede observar, - que el plato parabólico actúa como una especie de embudo, el cual manda cada señal que le llega a un punto pequeño. De esta manera la mayor parte de las señales son recibidas por el cuerno alimentador.

El único propósito de una antena TVRO es coleccionar la mayor energía posible, como consecuencia de esta exposición, es fácil comprender, que un plato parabólico mayor, recibe mayor cantidad de señales.

Como regla general, las antenas usadas para la recepción de TV satélite, deben tener por lo menos 8 pies de diámetro pero mientras mayor sea el diámetro mejor.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

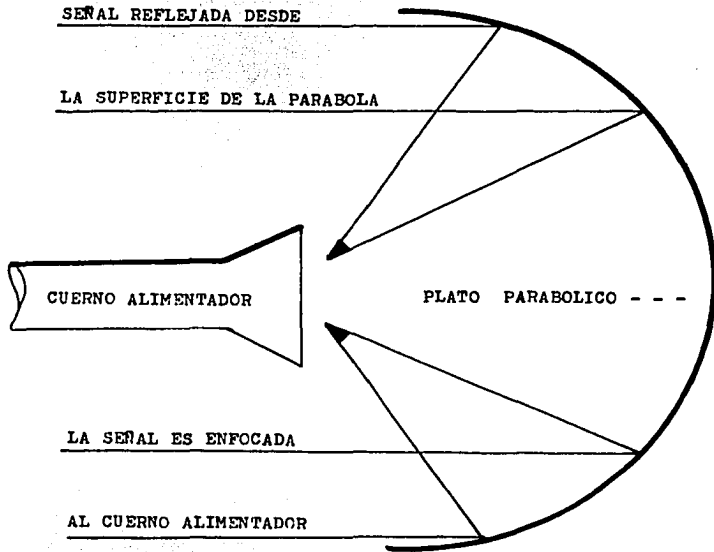


FIG. 2.3 Operación básica de la parábola y el cuerno alimentador.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Una vez que se ha obtenido las señales deseadas se debe empezar con otro tipo de movimiento. Debemos dar un medio para que la señal viaje hacia el receptor. Pero antes de hacerlo debemos tomar otro factor en cuenta. Mientras una designación apropiada de la antena parabólica produce un excelente trabajo para la concentración de señales del satélite, no tenemos todavía la suficiente potencia de la señal para una adecuada entrada al receptor.

Es necesario amplificar el voltaje, que es obtenido del cuerno alimentador, hacia la transmisión. Para esto como ya se mencionó, casi todas las estaciones terrestres usan un LNA. Para decirlo de otro manera, se trata de un preamplificador. Por denición, este aparato es un circuito amplificador, el cual responde a muy bajas señales de entrada y las reproduce fielmente a la salida. La potencia de la señal de salida no es grande pero es adecuada para ser utilizada por un receptor estandard. Los preamplificadores son usados en muchos sistemas para aumentar el nivel de una señal de bajo voltaje de un micrófono a un punto de donde pueda ser facilmente usado por un amplificador principal o de potencia.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Todos los radios modernos y receptores de TV tienen incorporados preamplificadores. - Estos actúan directamente sobre la señal que manda la antena.

Una estación radiodifusora de AM transmite en un rango de frecuencias entre 0.6 y 1.6 MHz. Las estaciones de FM transmiten sus señales entre 88 y 108 MHz. Las transmisiones de satélite para su objetivo de recepción y transmisión, tienen un rango de frecuencia de 3.7 a 4.2 GHz. - Las frecuencias en este rango, como ya se ha mencionado, son transmisiones de microondas.

Esta breve explicación es necesaria, para explicar apropiadamente la relación del LNA y el resto del equipo receptor. Mientras -- que la mayoría de los receptores tienen incorporado su preamplificador, esto no se hace en el caso de las microondas.

Los cables coaxiales, los cuales son muy eficientes en el espectro de onda corta para relacionar señales entre la antena y el receptor; son muy ineficientes para las microondas.

El LNA, está designado para operar desde muy bajas señales (nivel), las cuales sirven de entrada, pero la pérdida de señal entre el

cuerno de alimentación y este amplificador puede ser suficiente para no hacerla inservible, especialmente si la longitud del cable es grande.

Este problema es fácilmente resuelto insertando el LNA, directamente a el cuerno de alimentación en lugar de al receptor.

Cuando hay un acoplamiento directo entre el cuerno de alimentación y el LNA, la pérdida de la señal es mínima.

La mayoría de las antenas TVRO, están diseñadas de manera que el LNA está acoplado = directamente. Esto se muestra en la figura 2.4. EL LNA, entonces es parte física de la estructura de la antena.

La salida del LNA, contiene la misma información de salida del cuerno de alimentación, sin embargo la potencia de la señal, ha sido amplificada, y puede soportar mejor los rigores del viaje sobre el ineficiente cable coaxial al receptor.

Este cable, sirve para dos propósitos, el primero para llevar las señales de microonda al receptor y el segundo como fuente de potencia para el circuito LNA.

La fuente de potencia está colocada dentro de la unidad receptora. Ahora mues-

treemos, las transmisiones satélite, colectándolas en el plato parabólico, enfocándolas a el cuerno - de alimentación y amplificandolas con el LNA. El cable coaxial está unido a la salida de los canales del LNA. El final opuesto del cable del LNA, - está unido directamente a la entrada conectada del receptor satélite. Este aparato corresponde a los receptores de radio y TV estandars. No podemos conectar, la salida del LNA directamente a la consola de T.V porque no está diseñada para operar a - frecuencias de microondas, como está diseñado el - receptor satélite.

Este aparato toma la señal de entra da y la convierte a su canal de audio y video. El receptor es un detector, el cual puede comprimir - la información de audio y video, proveniente de las microondas. Esto se llama demodulación.

El receptor de satélite puede respon der a diferentes canales, un solo satélite puede ma nejar 10 ó mas canales diferentes, así que es nece sario, estar seguro, que se escoge el que se quiere. Esto es hecho de la misma manera que en un aparato de TV, por medio de un sintonizador, que se gira.

Hasta este momento, se ha dado un = enfoque general del funcionamiento y objetivo de -

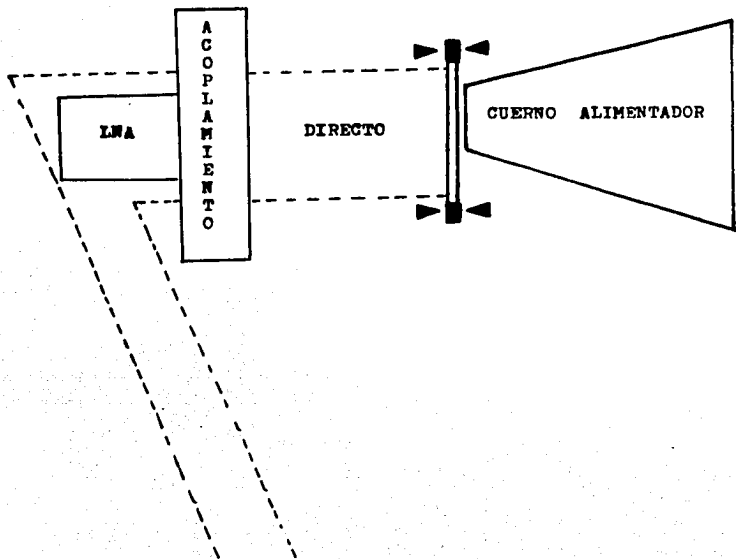


FIG. 2.4 Acoplamiento directo entre el cuerno alimentador y el amplificador de bajo ruido.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

los diferentes aparatos que en conjunto, forman una estación terrestre, a continuación se hace un estudio más detallado de estos en cuanto a características, funcionamiento, etc. en forma individual.

El orden de este estudio, será el siguiente, tomando en cuenta, la relación que tiene cada uno de los elementos con los otros.

- 1) El plato.
- 2) El receptor satélite.
- 3) El cuerno de alimentación.
- 4) Amplificador de bajo ruido.
- 5) Convertidor de bajada.
- 6) Polarizadores.

1. EL PLATO PARABOLICO

1.1 Pérdidas en el espacio.

La transmisión de cualquier señal en el espacio da como resultado, pérdidas, conocidas como pérdidas disipadas o pérdidas en el espacio, estas pérdidas existen tanto en las señales que van hacia el satélite, como en las que vienen de él.

Las pérdidas en el espacio, son una función de la distancia y es un problema presente en todas las estaciones terrestres de TV. Más adelante se estudiará como obtener estas pérdidas para el diseño del sistema.

Las señales de satélite viajan a la velocidad de la luz, en línea recta, y no cambian su dirección a menos que sean forzados por algún objeto para hacerlo.

Para poder, recibir señales, de algún satélite en particular, debe ser colocado un plato parabólico en línea recta con él. Como cada satélite puede tener de 12 a 24 canales, es posible tener un máximo de 12 o 24 canales de un sólo satélite sin alterar la posición del plato, suponiendo por supuesto, que todos los canales se encuentran funcionando.

Esto no significa que la señal que viene del satélite llega a la tierra como un rayo estrecho

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

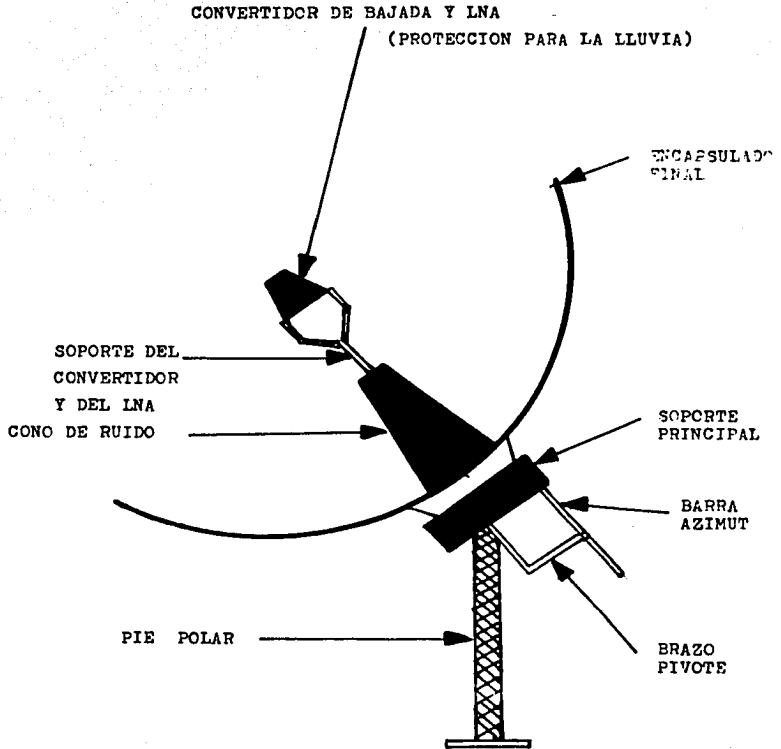


FIG. 2.5 Principales partes de un plato tipico

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

la señal radiada cubre aproximadamente el 40 % de la superficie de la tierra. Un plato localizado a una distancia de cientos y cientos de millas puede captar la misma señal de satélite con el mismo procedimiento (apuntando directamente sobre el satélite).

1.2 El ruido del piso.

Vivimos en un universo extremadamente ruidoso. Afortunadamente nuestro oído, tiene un rango de frecuencia, en el cual no capta la mayoría de estos ruidos, pero en un TVRO, muchas veces sí se captan.

La energía, que el sol envía a la tierra coloca a las moléculas en movimiento, las moléculas del aire y todas las sustancias. Este movimiento molecular, no es tranquilo y a mayor nivel de temperatura, mayor es el nivel del ruido.

La cantidad de ruido que se puede medir es conocida como ruido del piso. Idealmente, para un TVRO - queremos recibir un nivel de señal tan grande como sea posible, sobre el nivel del ruido de piso.

El flujo de corriente eléctrica a través de varias partes de un componente, es también un productor de ruido.

1.3 El plato.

El plato es un componente que intercepta las señales que vienen del satélite, (Figura 2.5). Es un aparato pasivo, no es una unidad electrónica, pero es la primera (y extremadamente importante) parte del sistema TVRO. Su función es concentrar la señal.

1.4 Forma del plato.

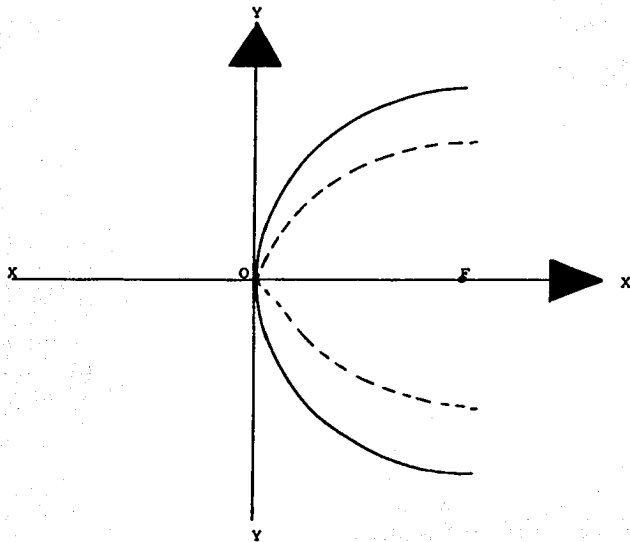
Un plato, tiene cualquier forma que uno pueda imaginar. Póde ser redondo, cuadrado o rectangular - puede ser pequeño o grande, hecho de metal sólido o de malla de alambre.

Cada uno de estos tiene sus ventajas y sus desventajas. Las formas mas comunmente usadas son la parabólica y la circular.

El borde afuera de un plato es generalmente circular. Una parábola puede ser producida como se muestra en la figura 2.6

Esta forma, puede ser desarrollada por una ecuación o puede ser generada geométricamente. Un método es empezar con un cono, una forma similar a la de un cono de helado, y poner un plano a través de este.

Los puntos de intersección entre el plano y el cono dan como resultado una curva de nombre parábola.



O | ORIGEN
F | FOCO

FIG. 2.6 FORMA INTERIOR Y EXTERIOR DE UN PLATO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Un plato tiene dos dimensiones. El tipo de curva que se produce puede ser un círculo, una elipse, una hipérbola o un parábola, dependiendo del ángulo de inclinación del plano.

Se puede producir cualquier número de parábolas de diferentes tamaños dependiendo, de la localización del plano.

Para obtener una parábola, el plano debe ser paralelo a uno de los lados del cono, figura 2.7.

Mientras que la forma de una curva parabólica puede ser obtenida geoméricamente por traspasar un plano, a través de un cono, puede también ser desarrollada matemáticamente usando la siguiente fórmula:

$$Y^2 = 4 x f x D$$

donde:

Y= distancia de la curva al centro.

f= longitud focal

D= diámetro que se quiere.

Es imposible para un plato tener alguna parte de su superficie plana y ser un plato parabólico.

La curvatura de un plato, puede ser parabólica o esférica, pero no se puede determinar a simple vista. Un plato esférico, es aquel cuya area es cortada por la superficie de una esfera.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Esta sección transversal puede tener un perímetro que es redondo, cuadrado o rectangular, lo cual es - cierto, también para el plato parabólico.

El principio de una forma parabólica, de la misma forma que es en un plato parabólico, es que cuando la línea curvada se rota a través del eje horizontal se produce una forma parabólica, esto es, su superficie consta de un número extremadamente grande de parábolas adyacentes, como se muestra en la figura 2.8.

1.5 Ganancia.

El desempeño de un plato de antena, es comúnmente asociado en términos de ganancia, una medida de la amplificación que un plato da a la señal recibida.

La ganancia está expresada en decibeles (dB). Las medidas de la ganancia, están realizadas con referencia a la antena standar isotrópica.

Esta, es un antena aérea imaginaria, convenida por los ingenieros, recibe señales iguales de todas direcciones a la vez, y tiene una ganancia de 0 dB. En la situación real, las medidas de las antenas están determinadas por cuantas veces mejores son que la antena standar isotrópica.

La curvatura, del plato tiene mucho que

En esta figura se muestra que un plato puede ser parabólico pero las terminales de la parábola que forman la superficie del plato pueden ser paraboloide o circular, como se muestra en el extremo inferior izquierdo.

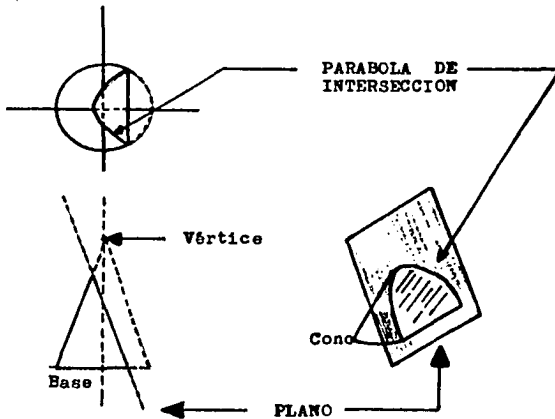


FIG. 2.7 Formación de una parábola, a partir del cono.

PRIS CON
FALLA DE ORIGEN

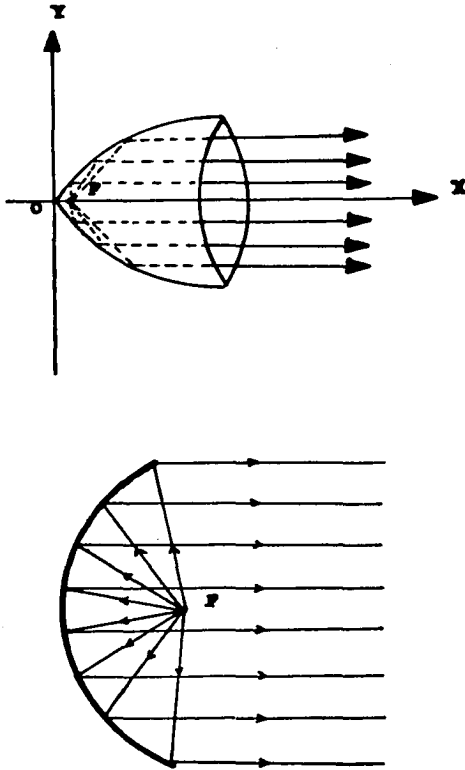


FIG 2.8 Ejemplo de como una parábola es un reflector.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ver con la concentración de las señales, esta concentración está exactamente de frente y en el centro de la antena.

La ganancia es obtenida a través de maximizar la señal presente en el punto focal, mientras se limitan las señales de ruido en otras direcciones.

La cantidad de señal desarrollada por el plato es crítica, debido a que el INA, puede sólo amplificar tantas señales como recibe.

3 dB= al doble de potencia

10 dB= x 10

20dB= x 100

30 dB= x 1000

etc.

Abajo se muestra una lista típica de la ganancia de diferentes tipos de tamaños del plato:

TAMAÑO DEL PLATO		GANANCIA
Pies	Metros	dB
6	1.8	35
7	2.0	36
8	2.4	37
9	2.7	38

TAMAÑO DEL PLATO		GANANCIA
Pies	Metros	dB
10	3.0	39
20	6.0	45
25	7.0	46.5
30	9.0	48.5
37	11.0	52
43	13.0	53

El más pequeño plato que puede ser usado para recepción de alguna señal de video de 4 GHz, es de 6 pies de diámetro.

Es sólo función de la señal del área de la señal en combinación con un buen LNA.

El diámetro o abertura de un plato es un factor de la ganancia de la señal.

1.6 El Cristalino.

La palabra cristalino, es comunmente asociada con vidrio, que tiene una cierta forma, tal como los binoculares, telescopios o microscopios. En estos momentos, la palabra cristalino, significa una concentración y enfocamiento de la luz. Un cristalino, necesita, no sólo estar hecho de vidrio. En un tubo de rayos catódicos, tal como el usado

en instrumentos de pruebas o el tubo de la televisión, el rayo de electrones producido en el tubo de la TV o instrumentos de prueba, es enfocado electrostáticamente o electromagnéticamente, desuf que los elementos enfocados se refieran como un cristalino.

1.7 Apertura.

Este es el diámetro del plato y es la distancia medida en pies o en metros, desde cualquier punto del perímetro del plato, a un punto puesto diagonalmente en dirección opuesta, suponiendo que el perímetro es un círculo.

La apertura no toma en cuenta, la profundidad de la parábola. Para un plato que tiene un perímetro circular y esto es aplicable para platos parabólicos, al igual que para esféricos, la apertura será una constante y debe ser la misma sin importar que puntos del perímetro se está midiendo.

1.8 Materiales del plato.

Los platos están hechos de una gran variedad de materiales, incluyendo acero inoxidable, aluminio y malla metálica. En algunos casos, el cuerpo metálico del plato, está cubierto de fibra de vidrio, esto es lo que protege a la concha metálica. Sin embargo, hay que recordar que es

el metal la superficie reflectante y no la fibra de vidrio.

Los platos pueden ser cubiertos con materiales especiales para cuidar sus superficies de la oxidación.

La oxidación da como resultados deformaciones de la superficie del metal.

Desviaciones, en la forma de la curva parabólica, significa que alguna parte de la señal es reflejada fuera del area del punto focal y la entrada a la alimentación es menor. La señal es demasiado débil y ninguna parte de esta puede ser sacrificada, aún mas la señal de ruido es casi tan grande como el nivel de la señal.

Los platos pueden ser hechos como ya se dijo de metal sólido o de malla metálica. La malla metálica tiene varias ventajas. Es mas ligera para un tamaño comparativo de un plato hecho de metal sólido y menos susceptible a la fuerza del viento.

El hecho, de que un plato este hecho de malla metálica no significa que las señales recibidas del satélite, se pasen a través de este. El plato no es un tamiz, ni las microondas son líquidas.

No hay ninguna analogía, tan lejos como se encuentran los satélites de donde vienen las señales, - ellos "ven" a la superficie de la malla como un reflector sólido.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.9 Estructura del plato.

El plato, puede ser una estructura de una sola pieza o puede ser empalmada. Un plato empalmado es aquel que está hecho de secciones en forma de pétalos.

El número de pétalos varía según de un diseño a otro, tanto los platos de fibra de vidrio como de malla metálica, pueden usar esta forma.

La estructura en pétalo tiene diferentes ventajas. Ya que cada sección o pétalo del plato es una unidad separada, es más fácil armar el plato.

1.10 Posición angular del plato.

Hay dos formas básicas de movimientos usados con un plato parabólico para lograr que este se encuentra en línea recta, con la señal enviada por un satélite.

Uno de estos movimientos, es horizontal, de izquierda a derecha y es conocido como su ángulo de rotación o su ángulo de azimut o más simplemente, azimut, como se muestra en la figura 2.9.

El punto de referencia para el azimut, es el polo norte, esto es el norte verdadero, no el norte magnético.

El norte verdadero tiene un azimut de cero grados (ó 360 grados). Usando esta referencia, el sur está

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

a 180 grados, el este a 90° y el oeste a 270° .

El otro movimiento de un plato es hacia arriba y hacia abajo y este es conocido como el ángulo de elevación.

En este respecto, la tierra, esta considerada como una superficie plana o 0° .

Una línea imaginaria dibujada verticalmente será de 90° . El ángulo de elevación para un plato, entonces es siempre un número entre 0 y 90 y está especificado en grados.

1.11 Movimiento en azimut.

Los satélites ocupan una posición en el espacio a través de un arco paralelo al ecuador. Este arco es una línea imaginaria, parte de un círculo.

El ángulo de movimiento del azimut de un plato es demasiado pequeño. Esto significa que mirando hacia los satélites, el movimiento de un plato está medido en pulgadas.

Como se indica en la figura 2.10, el ángulo de un arco, no es afectado por la longitud de las líneas que forman al arco. El ángulo de un arco puede ser cambiado solo a través de un movimiento relativo, de una de sus líneas con respecto a la otra.

Podemos considerar, el plato como loca-

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

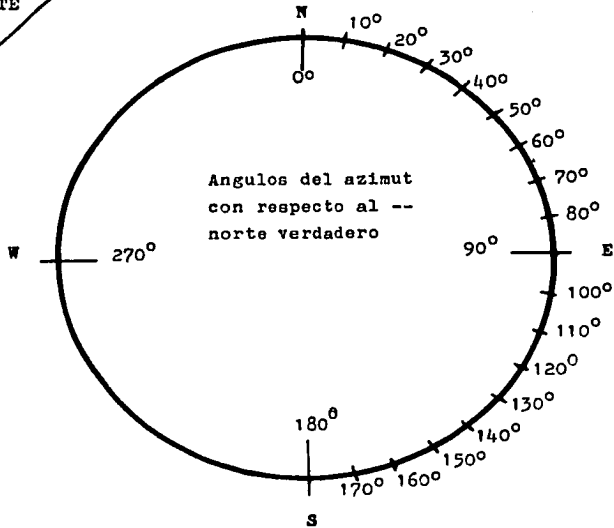
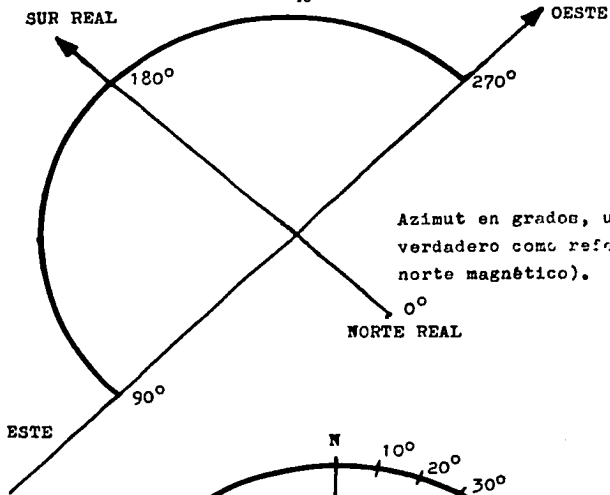


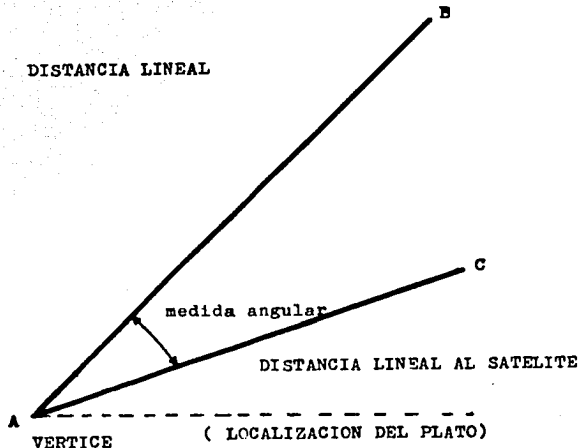
FIG. 2.9 Angulos del azimut

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

lizado en el vértice del arco, el punto donde las dos líneas se encuentran.

1.12 Movimiento de elevación'.

El máximo rango, de este ajuste, es desde una posición con el plato paralelo a la superficie de la tierra formando un ángulo de 90° . Comumente este rango se encuentra entre los 5 ó 65 grados.



Un pequeño movimiento de las líneas, usando el vértice como punto piloto, (quizá algunos centímetros) puede dar un incremento o decremento de separación de miles de kilómetros entre los puntos B y C.

FIG. 2.10 Movimiento en Azimut

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

2. EL APARATO RECEPTOR DE SEÑAL SATELITE.

Después de que la señal del satélite ha sido cambiada a una frecuencia más baja, por el convertidor de bajada, la señal ahora con una frecuencia de portadora - de 70 MHz, es enviada por medio de un cable coaxial al receptor satélite.

De forma diferente al convertidor de bajada y el INA, este receptor está convenientemente colocado cerca del aparato receptor de televisión.

El objeto, del receptor es disponer de la portadora (o portadoras) y de esta manera, a la salida, recuperar la señal en su banda base, las señales de audio y video, originalmente usadas en frecuencia modulada. El proceso de separación de las señales en su banda base a partir de la portadora, es llamado demodulación.

En su viaje, desde la salida del satélite, a la entrada del receptor la señal no sufre amplificaciones sin embargo a la entrada del receptor y hasta la salida de este, las señales, tanto de audio como de video, pasan a través de amplificadores los cuales las hacen más potentes.

2.1 El aparato receptor de afuera.

Mientras el receptor está generalmente colocado dentro de la casa (cerca del aparato receptor de TV)

en algunas instalaciones es montado cerca del plato. En tales casos la operación de los controles puede ser ajustados por control remoto desde el interior de la casa; una desventaja de este procedimiento es que la complejidad aumenta además - del costo. La ventaja es que el cable coaxial que viene del convertidor de bajada al receptor es muy corto.

La función principal del receptor es convertir las señales que vienen del INA, para hacerlas compatibles con el monitor de video o TV. Una de las primeras especificaciones que debe tener un receptor, es el número de canales que puede recibir, existen receptores desde 1 hasta 24 canales.

2.2 Receptor de un solo canal.

Los receptores de un solo canal, son llamados receptores de satélite "dedicado" y generalmente no son de uso comercial. El uso de un receptor de satélite - "dedicado", tiene sus ventajas debido a que no se necesitan constantes ajustes en la elevación y el azimut de su plato para enfocarlos a un satélite particular.

2.3 Receptores de frecuencia "agil".

Un segundo tipo de receptor es conocido como receptor satélite de "frecuencia agil". El primer paso seleccionar un canal en un receptor de señal satélite - de uso comercial, es estar seguro de que el plato está vien

do" al satélite seleccionado.

Después se debe seleccionar (usando un potenciómetro) un canal entre los 12 ó 24 ofrecidos, dependiendo del satélite.

El receptor debe también estar equipado con un control (usualmente etiquetado V/H o VERT/HOR) que permite seleccionar entre las señales que están vertical u horizontalmente polarizadas. Estos receptores son generalmente usados por interesados en noticias de un solo satélite o posiblemente por una compañía que trabaja con sólo un satélite.

2.4 El receptor de "doble conversión"

La salida de un LNA, consiste en señales de audio y vídeo que se encuentran en frecuencia modulada, dentro de una portadora de microonda, en la banda de frecuencia que se recibe del satélite (3.7 a 4.2 GHz).

Ambas señales se encuentran alimentadas a un convertidor de bajada externo o directamente al receptor.

En el receptor de doble conversión, no hay convertidor de bajada externo, las señales se envían directamente al LNA y de aquí al receptor, como se muestra en la figura 2.11.

En este arreglo, todos los convertidores de bajada, están manejados dentro del aparato receptor.

Esto tiene una pequeña desventaja, traer la señal de microonda desde la antena al receptor, requiere especial y más costoso cable coaxial, de otra manera la pérdida de señal se vuelve crítica.

La primera conversión de bajada está completada por un arreglo de un oscilador mezclador/local.

El ancho de banda de la forma de onda modulada, tanto para la señal que viene del satélite, como la que va hacia el satélite es de 36 MHz. Técnicamente, este debe ser el ancho de banda de la frecuencia intermedia (FI). Sin embargo este ancho de banda en muchos receptores es restringido a 28-30 MHz.

Hay una buena razón para hacerlo y es que se mejora la proporción señal/ruido (S/N).

2.5 Selección de canal.

De igual forma que cualquier otro receptor una de sus funciones es permitir la selección de canal.

Desde el momento que hay 24 canales por satélite, el receptor tiene un sistema de control para la selección de canal.

Cada canal es seleccion-ado enviando un voltaje CD al VTO (voltage tuned oscillator) oscilador de

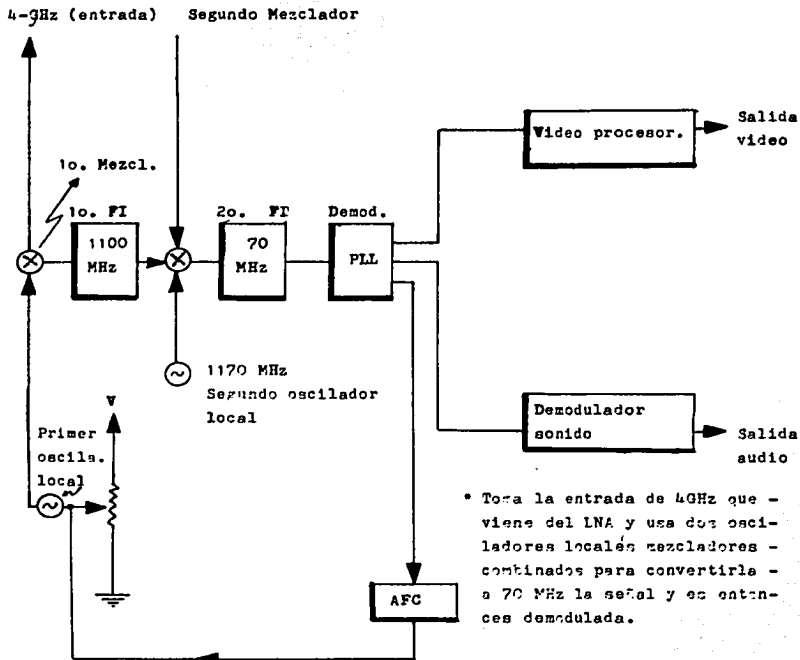


FIG 2.11 Receptor de satélite de doble-conversión.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

voltaje controlado fuera del convertidor de bajada. En el receptor de satélite esto se hace por medio de un control.

Hay diferentes métodos mecánicos para la - selección. Uno de estos es conocido como "selector de paro - de gatillo".

Su posición está predeterminada por la ro- tación de los puntos, estos representan los canales y entre uno y otro se puede escuchar un debil chasquido.

Otro tipo de selector es el "selector - variable directo". En este tipo de selector, ya sea el con- trol de selección o el área circunvecina pueden tener indicado un número particular de canal, para evitar que se llene de números, un receptor puede indicar sólo los números de los canales noes. Esto no significa que los canales pares no se reciban.

2.6 Mezclador de Velocidad.

Algunos receptores de satélite, tienen un medidor de velocidad simple, en el cual todos los canales es tán medidos por una constante. La desventaja de una medida constante es que hay muy poco tiempo para anular la medida y hacer una decisión.

Para sobreponer este problema, algunos receptores de satélite están equipados con dos medidores.

En el segundo sistema de medición de velo

ciudad, se hacen medidas descendentes despacio, cuando se -
cruzan los canales activos, dando una mejor medición'

2.7 Calibración de canales.

En el receptor (en la parte posterior) se encuentran un par de controles marcados como "calibración del canal". Además de "bajo y alto".

"bajo", se refiere a los canales de número bajo y "alto" para los de número alto. Para calibrar el selector de canal en la parte frontal del chasis, hay que ajustar el control "bajo" para los canales 3 y 4. El control de calibración de canal es una resistencia variable, conocida como potenciómetro. Una vez que la calibración del canal ha sido ajustada satisfactoriamente, ningún arreglo adicional de los potenciómetros es necesario.

Como una prueba final, seleccionar canal 1 y después canal 24 y se comprueba que están corrector. - Después de que la calibración del canal ha terminado, el control selector de canal de la parte del frente del receptor debe hacer corresponder cada número en el aparato.

2.8 Sintonizador auxiliar de canal.

No se puede esperar la misma clase de recepción de señal de todos los satélites, de la misma manera que no se puede esperar la misma recepción de todas

las estaciones terrestres de TV.

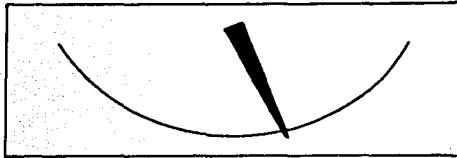
Algunos satélites producen señales con mayor potencia que otros. Para tener alguna idea de la potencia de las diferentes señales, algunos receptores de TVRO, están equipados con un medidor como los mostrados en la figura -- 2.12.

Este es un artículo comúnmente encontrado en los receptores hi/fi pero no en los aparatos de TV.

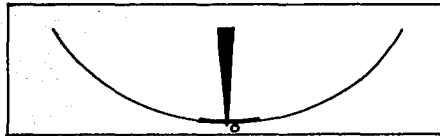
Diferentes tipos de indicadores para la potencia de la señal son usados. Uno de estos es un medidor de potencia de señal y el propósito es tener la máxima deflexión de la aguja del medidor. En lugar de medidores, los receptores pueden estar equipados con LEDS (light emitting diodes), diodos emisores de luz, usados como indicadores. Uno de estos puede ser usado para centrar la señal, de manera que se encienda cuando un satélite está correctamente enfocado. Igualmente se puede usar un LED para medir la potencia de la señal.

2.9 Conversión simple y dual.

La figura 2.13, muestra un diagrama de bloques de un receptor AM típico. Las líneas verticales punteadas indican, las diferentes secciones en las cuales se puede dividir. La primera sección es RF (radio frecuencia), amplificador; un amplificador de alta frecuencia que fotalece la



Medidor de la potencia de la señal



Medidor sintonizado con el cero

FIG 2.12 Medidores de tipo balístico usados en receptores satélite.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

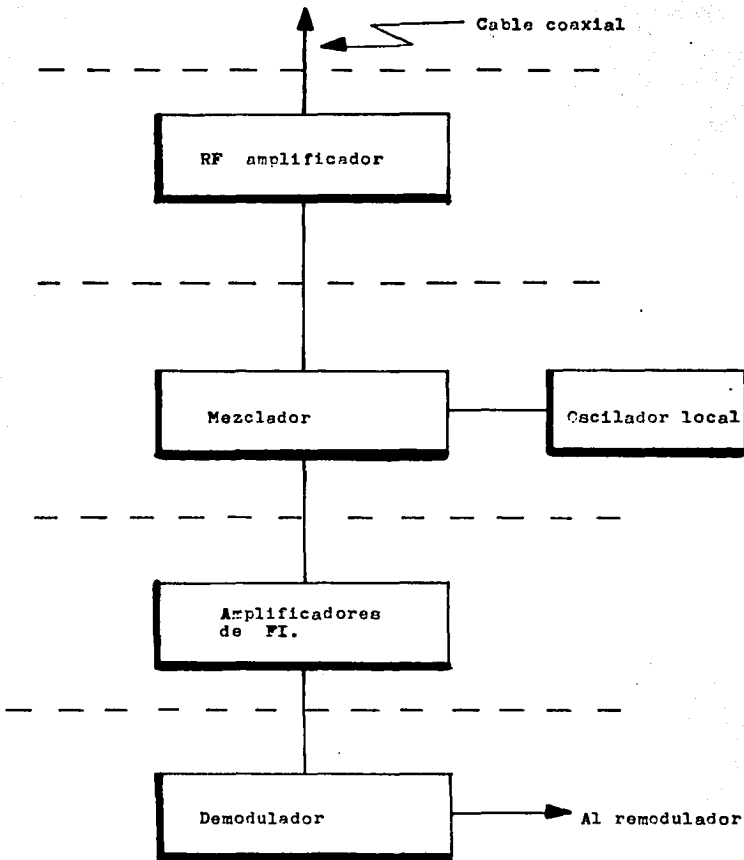


FIG 2.13 Arrerlo básico de un circuito AM

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

señal de radio recibida. La siguiente sección es un oscilador mezclador/local, un arreglo que convierte la señal de entrada a una nueva frecuencia conocida como la FI o frecuencia intermedia. La FI se pasa por un demodulador, un circuito que dispone de la portadora de la FI y recupera la señal original, en este caso una señal de audio. La señal de audio se pasa entonces a un transductor un aparato para cambiar la forma de energía, para que la señal sea "escuchada" en una bocina o audffono.

Podemos encontrar una organización análoga con un TVRO.

En lugar de un amplificador RF, encontramos un pre-amplificador llamado INA. Este está seguido por un oscilador mezclador local, referido como un convertidor de bajada. El receptor de satélite contiene la FI con las señales fundamentalmente alimentadas al demodulador. Sin embargo el TVRO, si contiene un circuito que no aparece en el sistema estereotipado AM y es el remodulador.

Hay dos tipos de convertidores de bajada. Uno de estos convertidores de bajada sólo manejan un canal a un tiempo produciendo una FI, usualmente de 70 Mhz. Esta FI es alimentada al receptor de satélite y de aquí al demodulador, ver figura 2.14.

Es posible convertir todos los canales alimentados por un satélite y hacerlo simultaneamente, en un mismo convertidor de bajada. El resultado de la frecuencia

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

**FALTA
PAGINA**

6 1

intermedia, no es una sola frecuencia de 70 MHz, sino una -
banda de frecuencias con un ancho de 500 MHz. Sin embargo, -
cuando esta banda de frecuencias es alimentada al receptor
de satélite, otro convertidor de bajada es requerido, de -
forma que se pueda seleccionar solo un canal de la posible do-
cena de canales que se presentan. Como se indica en la figura
2.15. este segundo convertidor de bajada da como resultado u-
na FI de 70 MHz.

Esto se conoce como doble o dual conversión
y es usada cuando un número de receptores de satélite son u-
sados, pero con capacidad cada uno de seleccionar su propio
canal para ser usado.

2.10 Demodulación.

Siguiendo el circuito de la FI, hay una -
demodulación. Su función es recuperar la señal modulada ori-
ginal, tanto de video como de audio. Para hacerlo, se dispo-
ne de la frecuencia intermedia de 70 MHz, que ha sido repre-
sentada como una portadora. Lo que tenemos a la salida de la
demodulación son las señales en su banda base original.

Puede parecer extraño no tomar la frecuen-
cia intermedia de 70 MHz, y poner la señal directamente en
las terminales de la antena del aparato receptor de TV. Una
razón por lo cual no se puede hacer es debido al tipo de mo-
dulación usada. Ambas señales, audio y video están a una fre-
cuencia modulada. El circuito del aparato de TV responde só-

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

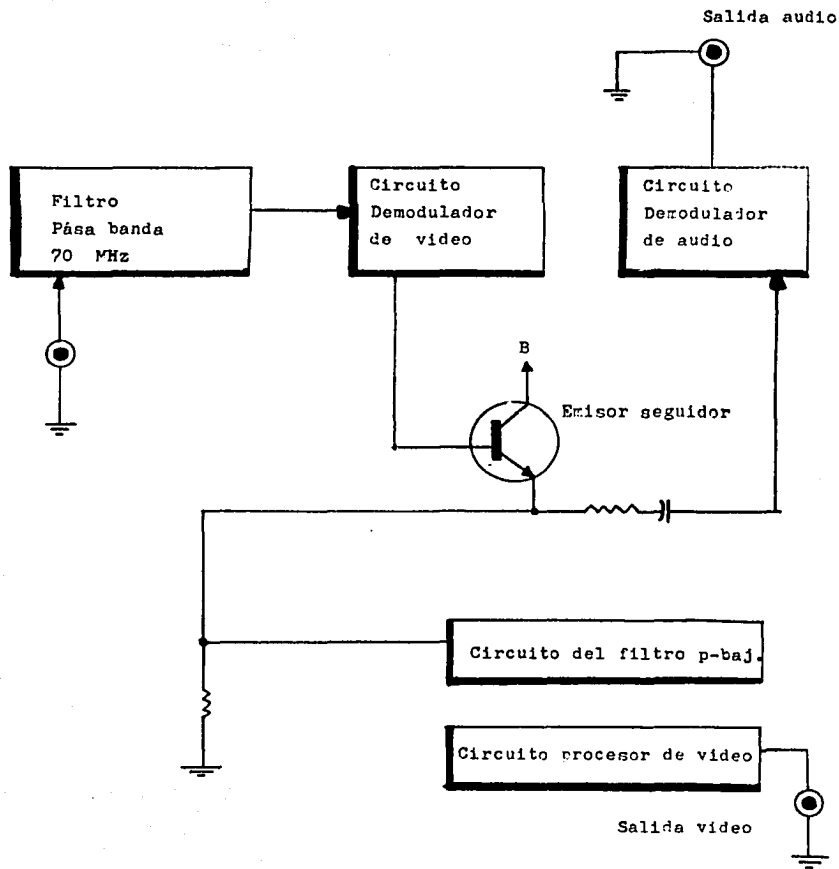


FIG. 2.14 Diagrama de bloques de un receptor satélite que utiliza un convertidor de bajada exterior.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

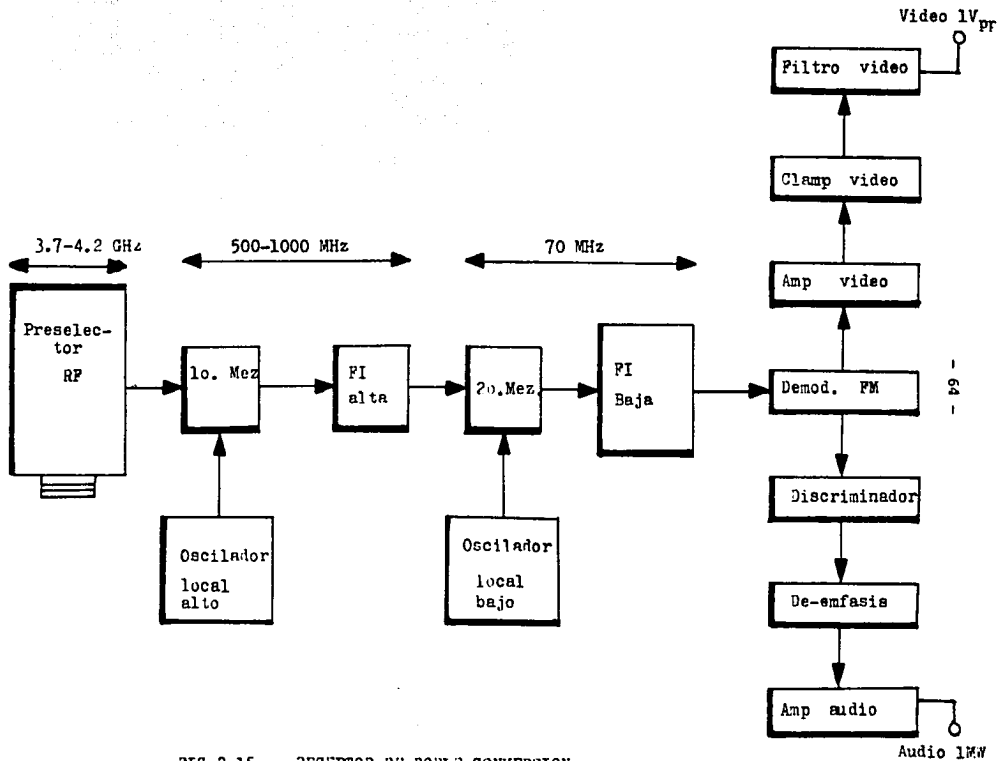


FIG 2.15 RECEPTOR DE DOBLE CONVERSION

lo a una señal de entrada que usa frecuencia modulada para el audio y amplitud modulada para el video. Consecuentemente tenemos que demodular la frecuencia intermedia y remodular las señales en labanda base para conformar los requisitos del receptor de TV.

Los receptores de satélite tienen la opción de usar dos diferentes tipos de demodulador. Uno de estos es el discriminador, un circuito que ha sido usado durante muchos años en los receptores FM. El otro es un circuito desarrollado mas recientemente conocido como PPL (phase locked loop).

Ambos el PLL y el discriminador tienen su ventaja y sus desventajas. El PLL es un demodulador mas sensitivo sólo si la señal de entrada tiene suficiente potencia el discriminador es capaz de producir películas de color con calidad adecuada. Cuando la señal de entrada se aproxima a su valor de entrada, un demodulador PLL requiere producir movimiento.

2. 11 Remodulación.

En seguida del demodulador, tenemos nuestras señales originales en la banda base, una vez más, tanto de audio como de video. La portadora que es seleccionada para el proceso de remodulación es una de VHF (very high frequency) canal 3 o UHF canal 4. La banda de frecuencia pa

ra el canal 3 es de 60 MHz a 66 MHz; la portadora de video es de 61.25 MHz y la portadora del sonido es 65.75 MHz. Para el canal 4, la banda de la frecuencia es de 66-72 MHz, la portadora del video es 67.25 MHz y la portadora del audio es 71.75 MHz. Mientras el circuito de remodulación frecuentemente se encuentra dentro del receptor de satélite, puede también ser un componente separado. Si un componente individual o asociado con un receptor de satélite, el usuario tiene la opción de seleccionar VHF canal 3 o VHF canal 4 como frecuencia portadora para ser modulada.

2.12 Filtros.

Un receptor de satélite puede estar equipado con diferentes tipos de filtros. El propósito de estos filtros es permitir el paso de las señales deseadas, y a la vez eliminar aquellas señales que no se quieren. Hay numerosos tipos de filtros, pero los tres básicos son:

- 1) filtro pasa banda.
- 2) filtro pasa bajas.
- 3) filtro pasa altas.

Un filtro pasa bajas es aquel designado para pasar todas las frecuencias que se encuentran abajo de la frecuencia seleccionada y suprimir todas las frecuencias por encima de la frecuencia seleccionada.

Un filtro pasa altas, es exactamente lo contrario. Intenta pasar todas las frecuencias arriba de la

frecuencia seleccionada y suprime todas las frecuencias que se encuentren por debajo de la frecuencia seleccionada.

Un filtro pasa bandas, dejará pasar todas las frecuencias entre dos frecuencias seleccionadas- una frecuencia baja y una frecuencia alta -. Todas las frecuencias arriba o abajo de las frecuencias seleccionadas pasan.

2.13 Filtro SAW.

La frecuencia intermedia recibida a la entrada del satélite desde el convertidor de bajada es de 70 MHz, pero esta señal es frecuencia modulada y por lo tanto consta de un grupo de frecuencias y no de una sola. Este grupo tiene un ancho de banda máximo de 36 MHz. Para obtener un bien definido ancho de banda, un filtro SAW (surface acoustic wave) es algunas veces usado.

Sin embargo un filtro SAW tiene pérdidas de alrededor de 30 dB por lo que es necesario usar uno y a veces dos amplificadores para recobrar potencia en la señal.

La ventaja de usar filtros SAW en los receptores de satélite es que eliminan completamente la necesidad de estar haciendo ajustes en los filtros.

Los filtros SAW están hechos de sustancias piezoeléctricas, las dos mas comunes son LiNbO_3 y ST-quarzo.

El cuarzo tiene una excelente estabilidad

para la temperatura.

3. CUERNO DE ALIMENTACION.

La parte más visible de cualquier estación terrestre es el plato parabólico. Pero realmente no es nada más que un reflector que concentra las señales del satélite. Una vez que ha concentrado las señales, las envía a un punto focal, este punto debe recolectarlas y pasarlas al amplificador de bajo ruido LNA con un mínimo de pérdidas en la señal. Esta es la función del cuerno de alimentación, el cual llega directamente a la boca del INA. En las primera épocas de la recepción satélite de casa, todas las antenas usaban un cuerno de alimentación rectangular para recolectar la señal.

Pero la experimentación ha demostrado que un cuerno circular es mas eficiente, obteniendo una ganancia adicional de 1 dB.

Existen diferentes arreglos de cuernos alimentadores. El mas popular y mas usado es el cuerno de alimentación de "foco principal" así llamado ya que el cuerno alimentador está colocado directamente al punto focal de las señales. Este es un fail y económico arreglo, pero esto hace crítica la posición del cuerno alimentador con respecto al plato. Un desalineamiento provoca un degrado en la proporción señal/ruido.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

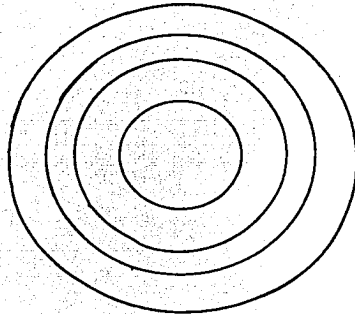
La entrada al cuerno de alimentación está equipada con una serie de anillos concéntricos, ver figura 2.16.

Los anillos son usados para ayudar directamente a las señales de microondas que están en el área general del cuerno de alimentación, de modo que les sirva como gufa.

La mayor parte de la energía reflejada - por el plato viene del interior de las tres cuartas partes de la superficie. Este tipo de cuerno de alimentación, que utiliza los anillos es conocido como cuerno de alimentación escalar . La ventaja del cuerno de alimentación escalar es que recoge más señales del perímetro del plato.

Otro tipo de arreglo de cuerno de alimentación es conocido como "cassegrain". Este sistema usa dos reflectores, uno de estos reflectores es el propio plato, - con otro segundo reflector colocado en el punto focal. Este segundo reflector tiene una superficie en forma de hipérbola y debido a su forma es conocido como subreflector hiperboloidal. El subreflector colocado en el punto focal del plato, - refleja las señales que el recibe y que vienen del plato, a través de una abertura hecha en el centro del plato, al LNA el cual está montado en la parte posterior del plato, ver - figura 2.17.

Un sistema "cassegrain" tiene una mas alta proporción de ganancia/temperatura y en este aspecto es su-



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

FIG. 2.16 GUIAS DE ONDAS DE UN SISTEMA ESCALAR
DE UN CUERNO DE ALIMENTACION.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

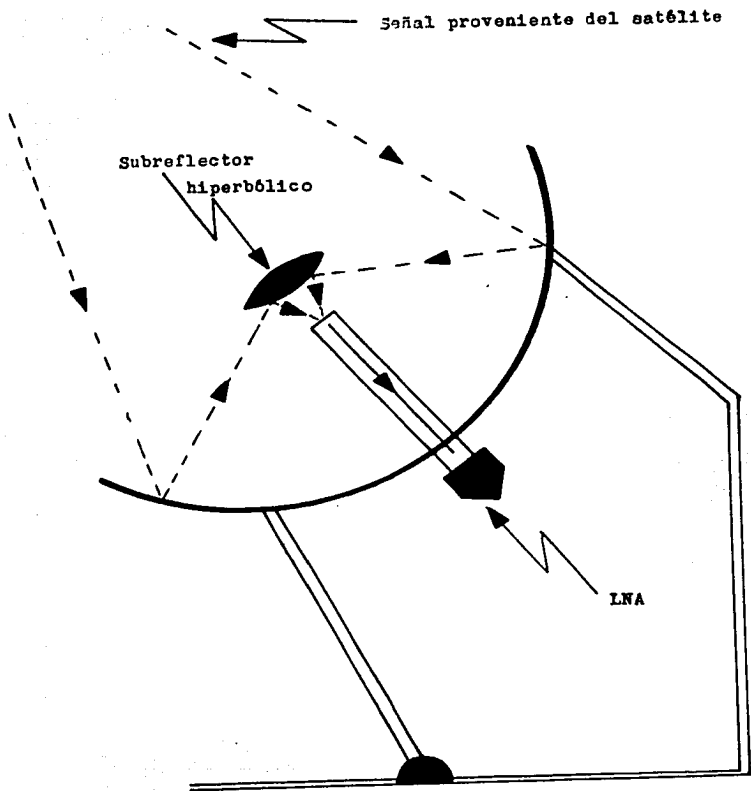


FIG 2.17 Sistema "Cassegrain"

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

perior al cuerno de alimentación de foco principal, pero el sistema es mas costoso y mas difícil de ajustar, sin embargo un cuerno de alimentación de foco principal alimenta mejor el lóbulo de desempeño.

4. AMPLIFICADOR DE BAJO RUIDO (LNA).

Una vez que la señal del satélite ha sido concentrada, se canaliza hacia el cuerno de alimentación y entonces encuentra el primer circuito de amplificación, el LNA.

Dentro de la abertura del LNA hay un pequeño metal menor a 3 cm, esta es la antena resonante, la cual acopla directamente la señal al primer amplificador electrónico.

Dentro de cualquier circuito electrónico hay cierta cantidad de ruido generado, cualquier ruido creado por el circuito del LNA es amplificado y pasa al siguiente estado, para mejor desempeño, este ruido debe ser mínimo.

La temperatura del ruido del LNA es expresada en grados Kelvin. A menor temperatura, menor ruido es introducido por el LNA en su propio circuito. El rango de temperatura generalmente se encuentra entre 100 y 120 grados Kelvin.

Aproximadamente 0.6 dB de ganancia es añadida al plato por cada 20° de temperatura de ruido que se bajen en el LNA.

Otro punto a considerar es la cantidad de amplificación dada a la señal recibida del satélite. Esta es

medida en dBs.

Generalmente los LNA tienen 50 dB de ganancia multiplicando la señal recibida 100,000 veces.

Esto provee al receptor con la cantidad necesaria de amplificación para una operación eficiente.

Cada LNA debe ser acoplado con un voltaje CD por medio del receptor. El LNA es un amplificador - de ancho de banda no sintonizable y es el primer aparato activo, que se encuentra la señal que llega del satélite en camino al receptor de TV. Como un amplificador, su trabajo es fortalecer, la extremadamente débil señal que recibe y - multiplicarla las veces anteriormente mencionadas.

El LNA, sin embargo, no sólo amplifica la señal, sino también cualquier ruido proveniente de la antena que es un ruido diferente al que el propio LNA produce.

La manufactura de los LNA usan dos tipos de transistores. Uno de estos usados a la entrada es el - GaAsFet, comúnmente conocido como Gasfet. Ga es el símbolo - químico del galio, As para arsénico, mientras que Fet es una abreviación para "field effect transistor" (transistor de efecto de campo), usando Arsenuro de galio.

El GaAsFet se comporta como un tubo de vacío debido a que es un amplificador de voltaje y no de corriente. Tiene buena linealidad y su impedancia es estable.

El otro tipo de transistor usado es el bipolar.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.2 Ruido del LNA.

El ruido característico de un LNA, esto es el ruido generado internamente por el LNA, puede ser expresado en dos formas: en grados Kelvins o en decibeles.

La diferencia de ruido de un LNA a otro es poca. Por lo tanto un LNA con una promedio de 120°K , tiene un nivel de ruido de 1.5 dB, mientras otro LNA con 110°K , tiene un nivel de ruido de 1.4 dB.

El ruido indicado en Kelvins es siempre un número entero, mientras que cuando se expresa en decibeles tiene un número entero y una parte decimal.

Lo mas frecuente es expresar el nivel de ruido en Kelvins. Nótese, que la diferencia entre un LNA con 120°K es justamente un décimo de un decibel mejor que el que tiene 110°K .

Una décima parte de un decimal no parece ser mucho, sin embargo es muy significativa, en cuanto a ruido se refiere.

La ventaja de tener la figura de ruido en decibeles, es que el ruido producido por otros componentes que siguen o preceden el LNA puede facilmente ser sumado al que se obtiene del LNA.

Hay fórmulas para calcular la temperatura del ruido en Kelvins o para determinar la figura de ruido en decibeles, pero este puede ser obtenido mucho más rapidamente

de la lista que se presenta, sin embargo en un capítulo posterior se estudiarán dichas fórmulas.

TABLA

°K	RUIDO EN dB
10	0.148
15	0.220
20	0.291
25	0.371
30	0.429
35	0.496
40	0.563
45	0.628
50	0.693
55	0.757
60	0.819
65	0.882
70	0.942
75	1.002
80	1.061
85	1.120
90	1.177
100	1.292
105	1.346
110	1.401

TABLA

°K	RUIDO EN dB
115	1.455
120	1.508
125	1.562
130	1.613
135	1.665
140	1.716
145	1.766
150	1.816
155	1.865
160	1.913
165	1.962
170	2.009
180	2.122
190	2.218
200	2.270

4.3 Figura del ruido.

Los aparatos pasivos y activos, trabajan con señales de video pero de diferente forma.

Un aparato pasivo, tal como un cable coaxial, un interruptor de señal, puede tener dos efectos o fallas. El primero es pérdida en la potencia de la señal y el

otro es debilitamiento de la señal de un canal a otro.

Un aparato activo, puede amplificar la señal que recibe, de manera que la señal se fortalezca y su salida sea mayor que la entrada. Al igual que los aparatos pasivos, los componentes activos tienen algunas fallas, no sólo amplifican la señal que se les presenta a la entrada sino también el ruido.

El amplificador de bajo ruido y el convertidor de bajada son componentes separados, sin embargo estos pueden ser integrados dentro de una sola unidad que contenga ambas funciones y que es conocida como convertidor de bajo ruido (LNC) low noise converter. Existen varias ventajas al usar un LNC. La necesidad de un cable que una entre el LNA y el convertidor de bajada se elimina. Los dos componentes están montados sobre un chasis común. Como resultado la instalación y manufactura en cuanto a costo son más bajas.

El uso de un LNC también reduce el tiempo de montaje ya que se requiere la instalación de un solo aparato, en lugar de dos.

Por supuesto también existen algunas desventajas, con un LNA y convertidor de bajada separados, es posible reparar cada una de estas unidades si fallan, también los problemas de funcionamiento son generalmente más simple con componentes separados.

5. POLARIZADOR.

6.1 Polaridad vertical y horizontal.

Las señales transmitidas por los satélites ha las antenas que posicionan la energía de las ondas de microondas, ya sea en polaridad vertical (hacia abajo y hacia arriba) o en polaridad horizontal (plana).

Para mejor recepción de estas señales, la antena del INA, debe ser orientada en el mismo plano - vertical u horizontal - que el ocupado para la transmisión.

Si el INA no está exactamente emparejado con el transportador de satélite, es decir no está bien polarizado, alguna pérdida de señal puede existir.

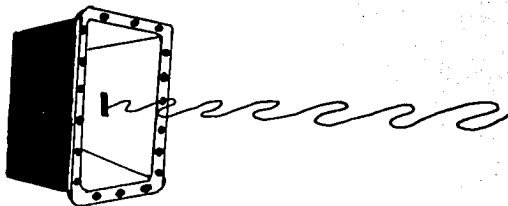
Si la polarización está equivocada, simplemente no habrá recepción, los tipos de polarización se pueden apreciar en la figura 2.18.

6.2 Polarizadores.

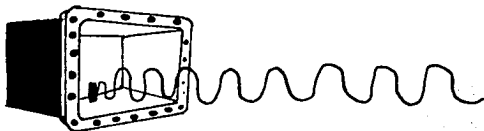
El método mas común para ajustar la polarización del INA es por medio del movimiento físico del INA y el cuerno de alimentación con un rotor.

Algunos de los satélites tienen 12 - transportadores o canales de vídeo, con polaridad hori--

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA



POLARIZACION HORIZONTAL



POLARIZACION VERTICAL

FIG. 2.18 Diferentes tipos de polarización.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

zonal. Sin embargo la polarización horizontal es relativa a la actual posición de cada satélite según sea la localización de la estación terrestre.

CAPITULO III.

PROCESAMIENTO DE LA SEÑAL Y DISEÑO DEL SISTEMA.

PROCESAMIENTO DE LA SEÑAL.

Cada programa de TV, empieza con dos transductores: un micrófono, para la conversión de sonido a su voltaje equivalente y una cámara de video para la conversión de fotografías, también a su voltaje equivalente.

Con estos dos voltajes, el siguiente paso es transmitirlos a un satélite seleccionado y del satélite - al TVRO (television receive only). El paso final, por supuesto es entregar al aparato de TV las terminales de una antena.

Para llevar a cabo, esta transmisión y recepción desde y hacia un satélite y desde el plato al aparato de TV los dos voltajes, de audio y video, deben ser procesados.

Las señales de audio y video, por ellas - mismas están mal equipadas para viajar y tampoco son capaces de viajar a grandes distancias.

Para que ellas, lo puedan lograr, las debenos transportar dentro de otra onda, llamada portadora; - la portadora es simplemente un transporte.

La palabra frecuencia se refiere al número

de ondas completas por unidad de tiempo (segundo).

La longitud de onda es la distancia entre el inicio de una onda simple y el final; cuando la frecuencia aumenta nosotros obtendremos un mayor número de ciclos por segundo.

Al aumentar la frecuencia, la longitud de onda disminuye. La frecuencia y la longitud de onda son inversamente proporcionales.

De la misma forma que la frecuencia se incrementa, la longitud de onda disminuye y bis.

Debido a que la longitud de onda de las portadoras usadas en la transmisión y recepción de señales de satélite, son muy pequeñas, se les da el nombre de microondas.

Una microonda, puede ser cualquier onda que tenga una frecuencia mayor a 1 GHz (1000MHz).

Un problema al usar la palabra microonda, es que puede ser mal interpretada, esta no significa que la onda sea pequeña en tamaño, sino que el principio de una onda y el principio de la siguiente es extremadamente corto en distancia.

Según aumenta la frecuencia de una onda, se empieza a aprovechar la frecuencia de la luz, para este fin son las ondas cuasi-ópticas, las cuales empiezan por tomar algunas de las propiedades de la luz.

Las microondas usadas en la transmisión satélite, pueden ser enfocadas de la misma manera que un rayo de luz; estas ondas también viajan en línea recta, = por lo tanto cuando se transmiten en un plano horizontal, desde una estación terrestre, no siguen la curvatura de la tierra.

Como su longitud de onda es muy pequeña la antena para tales ondas, es igualmente pequeña, usualmente no mas de una pulgada(2.5 cm) de longitud.

3.2 Ondas de audio y video.

Mientras el sonido puede ser convertido a una onda de audio y la luz reflejada en una onda de video, ambas formas de onda; audio y video; son diferentes a las ondas continuas, sin embargo tienen algunos puntos comunes.

La diferencia principal consiste en que las ondas de video y audio no tienen una amplitud constante, otra diferencia es que no forman una frecuencia única si no un grupo de frecuencias; una onda de audio generalmente está en el rango de 20 Hz a 20KHz, mientras que una onda de video se encuentra en un rango de 50 Hz a 4.2 Mhz.

Su semejanza con las ondas continuas es - que tanto la onda de audio como de video pueden ser especificadas en términos de frecuencia y longitud de onda.

3.2.1 La banda de satélite.

La frecuencia de operación utilizada por los satélites son mucho mayores que las utilizadas por la TV, terrestre y son medidas en Gigahertz (GHz) . Los programas de TV producidos por estaciones terrestres para mandarse al satélite tienen frecuencia entre 5.9 y 6.4 GHz.

3.2.2 Necesidad de Modulación.

Ahora tenemos tres tipos de onda que se utilizan en la entrega de una señal a un satélite y desde un satélite de regreso a un TVRO.

Estas son:

- 1) onda continua.
- 2) onda de video.
- 3) onda de audio.

La onda continua, conocida como portadora, es utilizada como un transporte, ya que es capaz de viajar grandes distancias. El proceso de cargar las señales de audio y video en la portadora es conocido como modulación.

Las señales de audio y video contienen información y la portadora el transporte. Los dos métodos mas comunes de modulación son: amplitud modulada (AM) y frecuencia modulada (FM). En AM la amplitud de la portadora cambia , en FM la amplitud

de la portadora permanece contante, pero la frecuen
cia cambia.

La ventaja de AM es que requiere me-
nor espacio en su ancho de banda, por otra parte FM
tiene una mayor necesidad de un mas grande ancho de
banda.

3.2.3 Modulación de las señales terrestres de TV.

Las señales terrestres de TV, usan ambos -
tipos de modulación AM y FM. La señal de audio usa frecuen-
cia modulada y la señal de video utiliza la amplitud modula-
da'

Considerando las señales, mandadas de la -
tierra al satélite, son tanto de audio como de video, sin -
embargo ambas utilizan la FM, también las señales proceden
del satélite a la tierra utilizan este tipo de modula-
ción.

Los aparatos receptores de TV están disig-
nados para utilizar señales de TV terrestre, no de TV. saté-
lite.

Esto significa que los circuitos recepto-
res están hechos para amplitud modulada en video y frecuen-
cia modulada en audio.

El ancho de banda, asignado para las seña-
les que van hacia el satélite es 50 MHz, cada canal tiene -

permitido 40 MHz, este ancho de banda es grande considerando que para la TV terrestre está permitido 6 MHz por canal; es to se debe a que las señales enviadas al satélite son siempre FM, sin embargo se pueden hacer ciertos arreglos, para aumentar el número de canales.

La radiotransmisión de AM y FM usa una única portadora, ya que tiene una señal única, el audio.

Una estación de TV, tiene 2 o mas señales dependiendo, de si la transmisión es blanco y negro ó color.

3.2.4 Demodulación.

La frecuencia muy alta es usada por las portadoras para entregar las señales de audio y video de la tierra al satélite y también para recibir las del satélite hacia la tierra.

Una vez que la señal ha sido recibida, viaja a través de componentes y cables, al pasar por estos la frecuencia de la portadora disminuye.

Para poner las señales sobre una nueva portadora en la banda adecuada, la señal debe ser primero demodulada, esto significa que la banda original ha sido recuperada, tanto en audio como en video.

3.3 DISEÑO DEL SISTEMA.

Una aceptable proporción de la señal de video a ruido es el primordial criterio del diseño, en una estación terrestre.

La definición de "aceptable" depende del usuario y es función del TVRO y las pérdidas de distribución después del receptor de satélite.

EN una aplicación casera, la señal video a ruido es la misma que la de la estación terrestre. En un sistema de cables, el peor caso de la proporción de la señal de video/ruido es que la señal de la estación terrestre, se reduce por pérdidas de diferente índole entre la estación y el usuario.

La transmisión de señales satélite son en frecuencia modulada. El movimiento y el sonido están determinados por un parámetro llamado portadora/ruido o C/N.

Una proporción C/N de 10 dB donde la razón portadora/ ruido está definida como:

$$C/N = \frac{P_c}{P_n}$$

conde:

P_n = potencia del ruido

P_c = potencia de la portadora.

es considerada FM de entrada.

Sobre la entrada hay un incremento de 1 dB, en la señal de video/ruido ($V_{s/n}$) para cada 1 dB que se incrementa la proporción portadora/ruido (C/N).

La mayor proporción C/N a la entrada, define $V_{s/n}$.

Aunque la razón $V_{s/n}$ varía, la EIA (Electronic Industries Association), da 50 dB para un sistema satélite.

3.3.1 Cálculo de la proporción señal/ruido (s/n).

- 1) Cálculo $V_{s/n}$ como función de C/N.
 - 2) Calcular $A_{s/n}$ como función de C/N.
 - 3) Calcular C/n.
 - 4) Calcular S/N.
 - 5) Alineamiento de la antena.
- 1) CALCULO DE $V_{s/n}$ COMO FUNCION DE C/N.

La señal video/ruido ($V_{s/n}$), se expresa como una proporción de la señal luminaria (V_{pp}) a la señal de ruido (V_{rms}). La razón luminaria de 1 V_{pp} de la señal de video es 714 mV_{pp}.

La relación entre $V_{s/n}$ y C/N, cuando C/N se encuentra por encima del valor de entrada es:

$$V_{s/n} = C/N(\text{dB}) + 10 \log_{10} \frac{BW_{RF}}{2BW_M} + 9 \text{ dB} + 10 \log_{10} (3) \times \frac{D^2}{(BW_M)^2} + \text{adel.}$$

donde:

C/N = proporción portadora a ruido en dB.

$10 \log_{10} \frac{BW_{RF}}{2BW_M}$ = factor de corrección del ancho de banda de AM y FM.

9 dB = conversión de $\frac{rms}{rms}$ a $\frac{pp}{rms}$ S/N

$10 \log_{10} (3) \times \frac{(D^2)}{BW_M^2}$ = factor de mejoramiento de FM.

BW_{RF} = ancho de banda del sistema de ruido o el ancho de banda de la FI de la mitad de la potencia del receptor de satélite.

D = desviación pico a pico de la portadora FM.

BW_M = máxima frecuencia de la banda de base de la señal modulada.

adel. = adelanto y tiene un valor de 12.8 dB.

EJEMPLO:

Calcular el $v_{s/n}$ como función de un receptor satélite y una variable C/N.

Primero nótese que para una señal que llega del satélite D = 10.75 MHz de pico de desviación de la porta-

dora de FM, $BW_M = 4.2$ MHz máxima frecuencia de la banda de base de la señal modulada y BW_{RF} es una función del receptor de satélite.

En este ejemplo, usaremos el valor típico $BW_{RF} = 27$ MHz, el ancho de banda FI es 3 dB del receptor de satélite y es aproximadamente equivalente al ancho de banda de su ruido.

SOLUCION:

Para un sistema que usa un ancho de banda de 27 MHz y el parámetro de modulación:

$$C/N(\text{dB}) = V_{s/n}(\text{dB})_{\text{deseado}} - 39.8$$

Esta ecuación puede ser usada para receptores de satélite usando el valor apropiado de BW_{RF} .

$$\begin{aligned} V_{s/n} &= C/N(\text{dB}) + 10 \log_{10} \frac{BW_{RF}}{102BW_M} + 9\text{dB} + 10 \log_{10} (3) \times \frac{(D)^2}{(BW_M)^2} + 12.8 \\ &= C/N(\text{dB}) + 10 \log_{10} \frac{27 \times 10^6}{2(4.2 \times 10^6)} + 9\text{dB} + 10 \log_{10} (3) \times \frac{10.75 \times 10^6}{4.2 \times 10^6} \\ &\quad + 12.8 \\ &= C/N(\text{dB}) + 5.07 + 9 + 12.93 + 12.8 \end{aligned}$$

$$= C/N(\text{dB}) + 39.8$$

$$\underline{V_{s/n} = C/N(\text{dB}) + 39.8} \quad \text{EC. PARA CALCULAR } V_{s/n} \text{ COMO FUNCION DE } C/N \text{ CON LOS DATOS DEL EJEMPLO.}$$

2) CALCULO DE $A_{s/n}$ COMO FUNCION DE C/N.

La expresión para la proporción audio s/n sobre el valor de entrada es:

$$A_{s/n}(\text{dB}) = C/N + 10 \log_{10} \frac{(3)}{(4)} = 10 \log_{10} \frac{x^2}{F_{SC}^2} + 10 \log_{10} \frac{F_{SC}^2}{F_A} + 10 \log_{10} \frac{BW_{RF}}{F_A} + E_A$$

donde:

C/N = proporción en dB de portadora a ruido

x = desviación de la portadora por subportadora = 2MHz.

F_{SC} = desviación pico de la subportadora en Hz.
= 7.5×10^4 Hz.

F_A = la más alta frecuencia en la banda de base de audio en Hz = 15 KHz = 1.5×10^4 Hz.

F_{SC} = frecuencia de la portadora en HZ.
= 6.8×10^6 Hz (en este ejemplo).

E_A = mejoramiento de audio
= 13.2 dB

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

$$\begin{aligned} BW_{RF} &= \text{ancho de banda del ruido del receptor} \\ &= 27 \text{ MHz} = 2.7 \times 10^7 \text{ Hz (en este ej.)} \end{aligned}$$

Arreglando los términos en esta ecuación tenemos:

$$A_{s/n} \text{ (dB)} = C/N + 10 \log_{10} \frac{3 X^2 F_{sc}^2}{4 F_{sc}^2} + \frac{BW_{RF}}{F_A^2} + E_A$$

Substituyendo valores:

$$A_{s/n} \text{ (dB)} = C/N + 10 \log_{10} \frac{3(2 \times 10^6)^2 \times (7.5 \times 10^4)^2 \times (2.7 \times 10^7)}{4(6.8 \times 10^6)^2 \times (1.5 \times 10^4)^2}$$

$$+ 13.2$$

$$= C/N + 10 \log_{10} (2.919 \times 10^3) + 13.2$$

$$= C/N + 34.65 + 13.2$$

$$= C/N + 47.85$$

Usando este resultado, podemos derivar:

$$C/N = A_{s/n} \text{ (dB)}_{\text{deseado}} - 47.85$$

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

$$C/N = A_{s/n} \text{ (dB) deseado} - 47.85$$

EC. PARA OBTENER $A_{s/n}$ EN
FUNCION DE C/N PARA LOS
PARAMETROS DE MODULACION
DADOS EN ESTE EJEMPLO.

Ahora podemos calcular, rápidamente, los =
parámetros dados, los cuales permanecen constantes, por medio
de las siguientes expresiones:

$$V_{s/n} \text{ (dB)} = C/N + 39.8$$

$$A_{s/n} \text{ (dB)} = C/N + 47.85$$

3) CALCULO DE C/N

Considerando una señal de satélite a la tierra
como un circuito muy grande de microondas (lo cual es -
cierto), la señal que llega C/N en dB puede ser calculada -
por la siguiente expresión:

$$C/N = \text{EIRP} - S + G/T - 10 \log_{10} (B) + 228.6$$

donde:

EIRP = potencia efectiva radiada isotrópica
mente en dB.

S = pérdidas en el espacio entre el saté
lite y la tierra en dB.

G/T = factor de calidad, ganan./temperatu
ra del sistema de ruido en dB/°K.

B = ancho de banda del ruido del receptor
en Hz.

228.6 = constante de Boltzman.

En la expresión anterior, los parámetros -
EIRP y S, son funciones de la localización de la estación -
terrestre.

Estos parámetros y la constante de Boltzman
están fuera del control del diseñador. El ancho de banda del
receptor, BW_{RF} es función de la señal, la cual es recibida
(en este caso, video) por el receptor de satélite.

a) Cálculo de S.

La longitud de la línea recta entre el sa-
télite y la estación terrestre, es llamada rango de inclina
ción. Como el satélite y la estación terrestre son estaciona
rios con respecto al otro, este rango es considerado constan
te y ha sido calculado usando la geometría, la latitud y la
longitud del satélite y de la estación terrestre.

Estos cálculos han sido combinados con la
fórmula para pérdidas en el espacio, para una-distancia y

frecuencia dadas.

$$S = 185.05 + 10 \log_{10} (1 - 0.295 \cos(TVRO_{LAT}) \cos(SAT_{LONG} - TVRO_{LONG})) + 20 \log_{10} F(\text{GHz})$$

donde:

S = pérdidas en el espacio (dB)

TVRO_{LAT} = latitud de TVRO

SAT_{LONG} = longitud de TVRO

SAT_{LONG} - TVRO_{LONG} = valor absoluto de la diferencia entre la longitud del satélite y la del TVRO.

F(GHz) = frecuencia en GHz.

EJEMPLO:

Determinar las pérdidas en el espacio, desde el SATCOM 1, a una estación terrestre a 42.5° oeste de latitud y 71.15° de longitud norte. La longitud del SATCOM es 135° oeste.

SOLUCION:

$$S = 185.05 + 10 \log_{10} (1 - 0.295 \cos(\text{TVRO}_{\text{LAT}}) \cos(\text{SAT}_{\text{LONG}} - \text{TVRO}_{\text{LONG}})) + 20 \log_{10} F(\text{GHz})$$

$$S = 185.05 + 10 \log_{10} (1 - 0.295 \cos(42.5) \cos(71.15 - 135)) + 20 \log_{10} F(\text{GHz})$$

$$S = 185.05 = 10 \log_{10} (1 - 0.295 (0.73721) (0.440721)) + 20(0.596)$$

$$= 185.05 + 10 \log_{10} (1 - 0.0958) + 11.93$$

$$= 185.05 + 0.43 + 11.9$$

$$= 196.5 \text{ dB}$$

NOTA: Los valores típicos de S se encuentran entre 195 y 197 dB. Para un cálculo rápido S= 196 es adecuado.

b) Cálculo de G/T.

G/T es un factor de calidad característico de la ganancia de la antena/temperatura del sistema de ruido y esta dado en dB/°K.

G/T es la única variable sobre la cual se tiene control. Cuando diseñamos un sistema, el sistema dise

ñado debe determinar la ganancia de la antena y la temperatura del ruido del LNA, en los cálculos de G/T.

La expresión para G/T es:

$$G/T = G_a - 10 \log_{10}(T_s)$$

donde:

G_a = ganancia de la antena en dB.

T_s = temperatura del ruido en °K.

- Determinación de la ganancia de la antena.

La ganancia de la antena está determinada por el diseño. Sin embargo calculando la ganancia de un 55% de eficiencia de la antena parabólica, la siguiente aproximación es usual:

$$G_a = 20 \log_{10} D + 20 \log_{20} F + 7.5$$

donde:

D = diámetro de la antena parabólica en pies.

F = frecuencia en GHZ.

NOTA: 55% de eficiencia es considerado un valor típico.

- Cálculo de la temperatura del ruido.

La temperatura del sistema de ruido T_s , contiene contribuciones desde, la antena, la guía de onda o ali-

mentación de antena, el INA, del INA al receptor de satélite y el receptor por sí mismo.

Ahora examinaremos la expresión para T_g y como cada uno de los elementos del TVRO, lo afecta:

$$T_g = T_{ant} + (L_1 - 1)T_o + L_1 T_{INA} + \frac{L_1(L_2 - 1)T_o}{G_{INA}} + \frac{L_2 L_2 T_{RX}}{G_{INA}}$$

donde:

T_{ant} = temperatura del ruido de la antena, es función del tamaño y ángulo de la antena. Para un plato típico de 4 a 5 metros $T_{ant} = 88 \text{ EL}^{-0.39}$, donde EL es el ángulo de elevación sobre el horizonte.

L_1 = contribución de pérdidas entre la antena y INA

$$L_1 = \text{antilog}_{10} \frac{\text{pérdidas (dB)}}{10}$$

T_o = temperatura ambiente en $^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273.3$

T_{INA} = temperatura del ruido del INA en $^{\circ}\text{K}$.

L_2 = contribución de pérdidas entre INA y el receptor.

$$L_2 = \text{antilog}_{10} \frac{\text{pérdidas (dB)}}{10}$$

T_{RX} = temperatura del ruido del receptor de satélite en $^{\circ}\text{K}$.

G_{LNA} = factor de ganancia del LNA

$$G_{LNA} = \text{antilog}_{10} \frac{\text{ganancia (dB)}}{10}$$

Miremos otra vez la ecuación y examinemos las fuentes de contribución de ruido:

T_g = antena + temperatura ambiente + LNA + línea de alimentación + receptor.

La temperatura del ruido de la antena (T_{ant}) contiene contribuciones desde la antena (ella misma), radiación termal de la tierra y ruido que se recoge del aire.

La mayor contribución es por radiación termal de la tierra, en nuestro ejemplo usaremos una antena de 5 metros con 44.4 dB de ganancia y una $T_{ant} = 26^\circ$ a 22° de elevación.

El peor caso de temperatura ambiente ocurre en el verano, un día de verano caliente quizá sea de 308°K.

El coeficiente de T_o , $L_1 - 1$, es debido a las pérdidas entre la antena y el LNA, las cuales se encuentran típicamente en el orden de 0.1 dB. El coeficiente L_1 es entonces:

$$L_1 = \text{antilog}_{10} \frac{0.1}{10} = 1.023$$

y

$$L_1 - 1 = 1.023 - 1 = 0.023$$

La contribución de la temperatura del sistema de ruido debida a la temperatura ambiente es:

$$\text{contribución} = 0.023 T_0$$

La contribución de la temperatura del sistema de ruido del INA es:

$$\begin{aligned} \text{contribución} &= L_1 \times T_{\text{INA}} \\ &= 1.023 T_{\text{INA}} \end{aligned}$$

Nótese que, para un INA, con una temperatura de ruido de 120°K, esta contribución es:

$$\begin{aligned} \text{contribución} &= L_1 \times T_{\text{INA}} \\ &= (1.023)(120) \\ &= 122.76 \text{ °K} \end{aligned}$$

Tanto las pérdidas de la línea de alimentación como la ganancia del LNA, aparecen en el término:

$$\frac{I_1 (L_2 - 1) T_0}{G_{LNA}}$$

El término de la ganancia de LNA es:

$$G_{LNA} = \text{antilog}_{10} \frac{\text{LNA gain (dB)}}{10}$$

y para una ganancia típica de 50 dB:

$$G_{LNA} = \text{antilog}_{10} \frac{50}{10}$$

$$G_{LNA} = 100,000$$

Para una ganancia LNA de 60 dB:

$$G_{LNA} = 1,000,000$$

Las pérdidas de la línea de alimentación, son calculadas por la longitud y por el tipo de la línea usada:

Pérdida línea = (pérdidas por 100 ft) (longitud del cable en 100 ft)

Nótese que la longitud del cable menor a 100 ft, la longitud de la línea de alimentación es expresado como un valor decimal, menor a 1. Esto es:

$$50 \text{ Ft es } 0.5 \times 100 \text{ ft}$$

y aparece como 0.5 en la expresión anterior.

Para 200 ft de un "X" cable, con una pérdida aproximada de 8.5 dB/100 ft:

$$\text{Pérdida de la línea de alimentación} = \frac{8.5 \text{ dB}}{100 \text{ ft}} \times 200 \text{ ft} = 17 \text{ dB}$$

Calculando L_2 a partir de las pérdidas de la línea:

$$L_2 = \text{antilog}_{10} \frac{\text{pérdidas (dB)}}{10} = \text{antilog}_{10} \frac{17}{10} = 50.118$$

La contribución de la línea de alimentación a la temperatura del sistema de ruido es:

$$\begin{aligned} \text{contribución línea alimentación} &= \frac{L_1 (L_2 - 1) T_0}{G_{LNA}} \\ &= \frac{1.023 (51.118 - 1) 315}{100,000} \\ &= 0.158 \text{ } ^\circ\text{K} \end{aligned}$$

¿ Que significa esto?, Las pérdidas de la línea bajo 20 dB son despreciables por los 50 dB (100,000) de ganancia del LNA, por lo que se puede usar el cable más económico.

El último término de la temperatura del sistema de ruido contiene la contribución de la temperatura del ruido del receptor de satélite.

$$\text{contribución del receptor} = L_1 L_2 T_{RX}$$

Para una temperatura del ruido del receptor de satélite de 14,000°K (aproximadamente 17 dB de figura de ruido) y otros parámetros como los obtenidos arriba:

$$\begin{aligned} \text{contribución del receptor} &= \frac{L_1 L_2 T_{RX}}{G_{LNA}} \\ &= \frac{(1.023)(50.118)(14,000)}{100,000} \\ &= 7.17 \text{ } ^\circ\text{K} \end{aligned}$$

Si se usa un aislante de 1/2" para la línea de alimentación en vez de 7/8", la contribución del receptor es:

$$\begin{aligned} \text{contribuci3n receptor} &= \frac{L_1 L_2 T_{RX}}{G_{LNA}} \\ &= \frac{(0.023 + 1)(10.96)(14,000)}{100,000} \\ &= 1.56 \text{ }^\circ\text{K} \end{aligned}$$

La diferencia total en temperatura, debida al cambio de 1/2" a 7/8" de aislamiento es de 5.736°K.

1/2"	7/8"
0.032°K	0.158°K
1.560°K	7.170°K
1.592°K	7.328°K

Juntando todos los elementos de T_s , obtenemos:

$$T_s = T_{ant} + (L_1 - 1)T_0 + L_1 T_{LNA} + \frac{L_1(12 - 1)T_0}{G_{LNA}} + \frac{L_1 L_2 T_{RX}}{G_{LNA}}$$

$$T_s = 26 + (1.023 - 1)(315) + (1.023)(120) + \frac{(1.023)(50.118)(31.5)}{100,000}$$

$$T_s = 26 + 7.245 + 122.76 + 0.161 + 7.17$$

$$T_s = 163.336^\circ\text{K}$$

Cálculo de G/T para este sistema:

$$G/T = G_a - 10 \log_{10} T_s$$

$$G/T = 44.4 - 10 \log_{10}(163.336)$$

$$G/T = 44.4 - 22.1308$$

$$G/T = 22.26 \text{ dB}/^\circ\text{K}$$

Recordando que un cambio en las líneas de alimentación hacen una diferencia en T_s de 5.736° :

La diferencia en G/T deberá ser:

$$G/T = G_a - 10 \log_{10} T_s$$

$$= 44.4 - 10 \log_{10}(163.336 + 5.736)$$

$$= 44.4 - 21.97$$

$$= 22.42 \text{ dB}/^\circ\text{K}$$

para un incremento en G/T de sólo $0.164 \text{ dB}/^\circ\text{K}$.

c) Determinación de BW_{RF} .

El ancho de banda del ruido del receptor se toma en cuenta dentro del ruido termal producido en un receptor por un movimiento aleatorio de electrones.

Esto se encuentra incluido en la expresión para calcular C/N por el término:

$$N_{RX} = 10 \log_{10}(B)$$

donde:

B= ancho de banda del ruido del receptor
en Hz.

En este sistema, el receptor tiene un ancho de banda de ruido de 27 MHz.

Usando la expresión para la contribución de ruido del receptor:

$$N_{RX} = 10 \log_{10}(B) + 10 \log_{10}(2.7 \times 10^7)$$

$$= 10 (7.431)$$

$$= 74.31$$

d) Determinación del EIRP.

Cada uno de los cálculos individuales en la expresión para C/N son ahora completados.

La única información que se necesita es el EIRP para SATCOM I (u otro satélite).

Examinando el mapa para satcom I, encontramos que nuestra estación terrestre (localizada en Massachusetts) se encuentra entre EIRP = 33 dB W y EIRP = 34 dB W. Usaremos el peor caso que será 33 dB W.

e) Cálculo de C/N.

Ahora calcularemos cada uno de los factores para la expresión C/N:

$$C/N = EIRP - S + G/T - 10 \log_{10} (B) + 228.6$$

Substituyendo valores:

$$EIRP = 33 \text{ dB W}$$

$$S = 196.5 \text{ dB}$$

$$G/T = 22.26 \text{ dB/}^{\circ}\text{K}$$

$$B = 27 \text{ MHz} = 2.7 \times 10^7 \text{ Hz.}$$

$$10 \log_{10} (B) = 74.31$$

$$\text{cte. de Boltzman} = 228.6$$

$$C/N = 33 - 196.5 + 22.26 - 74.31 + 228.6$$

C/N = 13.05 dB

Este es el valor C/N, para la señal que viene del satélite.

f) Cálculo de la interferencia.

Otra consideración importante en el diseño del sistema es la interferencia.

La interferencia es debida básicamente de dos fuentes: las microondas terrestres y otros satélites.

Una proporción portadora/interferencia - (C/I) de 18 dB es perceptible. La interferencia total para un sistema es dada por la siguiente expresión:

$$C/I_{\text{total}} = C/I_{\text{adj-sat}} + (C/I)_{\text{ter}} + (C/I)_{\text{int}}$$

donde:

$C/I_{\text{adj-sat}}$ = interferencia del satélite adyacente.

C/I_{ter} = interferencia terrestre.

C/I_{int} = interferencia generada internamente en el satélite.

Combinando C/N con C/I:

$$C/N_{\text{tot.}} = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{\frac{1}{\text{antilog}_{10} \frac{C/N}{10}} + \frac{1}{\text{antilog}_{10} \frac{C/I}{10}}} \right)$$

Usando valores:

$$C/N = 13.5 \text{ dB}$$

$$C/I = 18 \text{ dB (para el peor caso)}$$

obtenemos:

$$C/N_{\text{total}} = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{\frac{1}{\text{antilog}_{10} \frac{13.05}{10}} + \frac{1}{\text{antilog}_{10} \frac{18}{10}}} \right)$$

$$= 10 \log_{10} \left(\frac{1}{0.0496} + \frac{1}{0.0158} \right)$$

$$= 11.84 \text{ dB}$$

De aquí vemos, que el C/N calculado, para la señal que llega del satélite es reducido por la contribución de C/I. En este caso, la reducción es:

$$13.05 - 11.84 = 1.21 \text{ dB}$$

4) CALCULO DE S/N

Usando las aproximaciones derivadas previamente para $V_{s/n}$ y $A_{s/n}$:

$$V_{s/n} = C/N + 39.8$$

$$A_{s/n} = C/N + 47.85$$

Obtendremos teóricamente:

$$V_{s/n} = C/N + 39.8$$

$$= 13.05 + 39.80$$

$$= 52.08 \text{ dB}$$

$$A_{s/n} = C/N + 47.85$$

$$= 13.05 + 47.85$$

$$= 60.9 \text{ dB}$$

Incluyendo la interferencia:

$$V_{s/n} = C/N_t + 39.8$$

$$A_{S/n} = C/N_t + 47.85$$

Obtendremos:

$$V_{S/n} = 51.61 \text{ dB}$$

y

$$A_{S/n} = 59.69 \text{ dB}$$

5) ALINEAMIENTO DE LA ANTENA.

En esta parte vamos a considerar el ángulo y la declinación magnética.

a) Cálculo del ángulo.

El ángulo de una antena es su azimut y elevación cuando es apuntada hacia el satélite deseado. Las ecuaciones para calcular el azimut (Az) y la elevación (El) son:

$$Az = 180 + \cos^{-1} \frac{\tan(LAT)}{\tan Y}$$

$$El = \tan^{-1} \frac{\cos Y - 0.15166}{\text{sen } Y}$$

donde:

Az = azimut de la antena en grados* a par-

tir del norte.

El = elevación de la antena en grados* sobre el horizonte.

LONG = longitud de la estación terrestre'

LAT = latitud de la estación terrestre.

$$Y = \cos^{-1}(\cos(\text{LONG} - \text{SAT}))(\cos(\text{LAT}))$$

* los grados oeste y norte son positivos.

EJEMPLO:

Calcular el ángulo para una estación terrestre de 42.15° Norte y 71°9'48'' oeste y el WESTAR I y WESTAR IV a 99° Oeste.

$$Y = \cos^{-1}(\cos(\text{LONG} - \text{SAT}))(\cos(\text{LAT}))$$

$$= \cos^{-1}(\cos(71^{\circ}9'48'' - 99^{\circ}))(\cos 42^{\circ}15'45'')$$

$$= \cos^{-1}(0.883)(0.741)$$

$$= 49.069$$

$$\text{Az} = 180^{\circ} + \cos^{-1} \frac{\tan(\text{LAT})}{\tan Y}$$

$$= 180^{\circ} + \cos^{-1} \frac{\tan(42^{\circ}15'45'')}{\tan 49.069}$$

$$Az = 180^\circ + \cos^{-1} \frac{0.9052}{1.1532}$$

$$= 180^\circ + 38.276$$

$$= 218^\circ 27'$$

$$E1 = \tan^{-1} \frac{\cos Y - 0.15166}{\sin Y}$$

$$= \tan^{-1} \frac{\cos 49.069 - 0.15166}{\sin 49.069}$$

$$= \tan^{-1} \frac{0.655 - 0.15166}{0.7555}$$

$$= \tan^{-1} \frac{0.503}{0.755}$$

$$= \tan^{-1} (0.6664)$$

$$= 33^\circ 67'$$

b) Cálculo de ruido.

I) Temperatura del ruido en serie.

Para n aparatos en serie, cada uno con una temperatura efectiva de ruido de entrada $T_e(N)$, la temperatura

ra efectiva del ruido de entrada para el sistema es:

$$T_e(a) \dots T_e(N) = T_e(1) + T_e(2) + T_e(3) + \dots + T_e(n)$$

II) Figuras de ruido en serie.

De forma similar, la fórmula para N aparatos en serie, cada uno con una figura de ruido NF_n y ganancia G_n , la figura de ruido del sistema es:

$$NF_1 \dots NF_n = NF_1(NF_2 - 1)/G_1 + (NF_3 - 1)/G_1G_2 + (NF_n - 1)/(G_nG_n)$$

III) Conversión de la temperatura del ruido a figura del ruido.

Para convertir la temperatura efectiva del ruido de entrada T en grados Kelvin, a figura de ruido en dB se utiliza la siguiente expresión:

$$dB = 10 \log \frac{T}{290} + 1$$

IV) Conversión de la figura del ruido a la temperatura de ruido.

Para convertir la figura de ruido a la temperatura efectiva del ruido de entrada, se utiliza la

siguiente expresión:

$$T = \text{antilog} \frac{\text{dB}}{10} - 1$$

CAPITULO IV.

EL SISTEMA DE TULANCINGO HIDALGO.

México como país miembro de la Corporación internacional de Comunicaciones por Satélite (INTELSAR), ha establecido su estación terrena para comunicaciones por ese medio en el Valle de Tulancingo, aproximadamente a 7 kilómetros de la ciudad del mismo nombre, en el estado de Hidalgo.

Así nuestro país quedó enlazado a la Red Mundial de Telecomunicaciones desde septiembre de 1968.

El lugar seleccionado para instalar dicha estación terrena fue cuidadosamente estudiado y comparado con muchos más, se tomó la decisión anotada en virtud de que es una zona:

- a) de baja precipitación pluvial.
- b) No sufre vientos intensos, huracanes o ciclones.
- c) sin temblores.
- d) está exenta de posible, interferencia con otros enlaces terrestres de microondas.
- e) está protegida por montañas a su alrededor, por lo que cuenta con un blindaje radio electrónico natural, pero a la vez no

- muy altas, para que el ángulo de elevación mínimo de la antena no se muy grande y pierda visibilidad y alcance.
- f) Cuenta con facilidades de acceso a las redes de telecomunicaciones existentes.
 - g) Dispone de caminos en la proximidad a un centro poblado de importancia.

La estación terrena está constituida por cinco unidades de distribución que albergan el conjunto de facilidades con que cuenta la estación, así como los equipos y sistemas que la forman:

1. Pedestal de antena.
2. Sala de transmisión.
3. Sala de energía.
4. Sala de control.
5. Unidad habitacional.

La antena principal, transmite y recibe las ondas de radio hacia y desde el satélite INTELSAT III.

El ángulo de elevación de la antena de México hacia el satélite INTELSAT III es más o menos de 5°.

La antena principal, tiene un diámetro de 32 metros, siendo la mas grande en el campo de la comunicación vía satélite hasta este momento en México y tiene una ganancia

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

de aproximadamente 61 dB en la banda de 4 GHz.

El sistema de alimentación de las ondas a la antena es el tipo Cassegrain, en el cual el primer cuerno electromagnético tiene una abertura grande (casi de 2 metros de diámetro) para que salga la onda en forma que no diverja su energía.

Las ondas radiadas de dicha abertura son reflejadas con un subreflector hiperboloide convexo de casi dos metros de diámetro, situado entre el punto focal y del reflector paraboloid principal y la superficie del reflector y luego son reflejadas hacia el satélite con el reflector principal (el proceso se invierte en el caso de ondas recibidas del satélite).

La movilidad de la antena es de 200° - horizontalmente y de 2° a 92° verticalmente y así puede - practicamente cubrir todo el espacio.

La movilidad tan grande hace difícil el arreglo de vuelta de gufa de ondas y cables. La estación tiene equipado un conjunto giratorio de dos etapas de gufa de ondas para la elevación. El grado de vuelta se observa - remotamente para que se evite de antemano algun daño a los cables y gufa de ondas para la elevación.

El movimiento de la antena se puede hacer de tres diferentes modos que son el:

- 1) control manual
- 2) de giro

3) control automático

El modo de giro se usa cuando se necesita - mover rápidamente la antena a la posición que se desea. Esto es también manual. El control manual puede supeditar el modo de control automático.

Las ondas recibidas pasan por el cuerno alimentador, el reflector de cuerno cónico en donde la dirección de transmisión cambia, la parte de reunión rotatoria

Las frecuencias que se reciben, para la comunicación (4GHZ) se pasan al amplificador de bajo ruido conectando directamente al diplexor y se transmiten por medio de - guías de ondas hasta los convertidores de bajada instalados en la caseta de control.

Se ha explicado que para expresar el merito del sistema global de recepción se usa la figura G/T y la elevación para la banda de 4 GHz de 5°; la estación de México tiene un G/T de 42.2 dB. La estación terrestre para INTELSAT III debe tener 40.7 dB de G/T, como normal, según la IRFB (International Registration Board), pero puede permitirse hasta 39 dB . Por tanto la figura de 42.2 dB es muy buena. Para el sistema global de transmisión una figura de 42.2 dB EIRP es importante y la IRFB requiere para el caso de INTELSAT III tenga mas de 61 dB W en telefonía y mas de 89 dB W para transmisión de voz. La estación de México puede garantizar mas de 95 dB W de EIRP

para 6 GHz. La EIRP es potencia efectiva radiada isotrópica-mente y es el producto de la ganancia de antena multiplicada por potencia de entrada a la antena.

Esas buenas figuras, vienen del hecho que son mejores las cifras de la ganancia de antena, la ganancia de amplificador de bajo ruido, la temperatura de ruido de dicho amplificador, la amplificación del amplificador de alta potencia.

Hay dos repetidoras de microondas y una repetidora pasiva en la ruta del enlace. Este enlace está arreglado también para la transmisión de 24 canales adicionales de uso local entre México y Tulancingo.

Para transmitir la señal telefónica, desde México a varias estaciones terrestres extranjeras, la señal banda base arreglada de la manera opuesta a la mencionada arriba en la estación terrestre, pasa por el modulador convertidor de subida y amplificador de alta potencia y se transmite hacia INTELSAT III en forma de microondas, de frecuencia modulada.

La banda RF de transmisión asignada a México es de 10 MHz y entonces hay un límite de la señal banda base.

La estación Borelight está provista como un medio para probar las características globales del comportamiento de comunicación de la estación terrestre, ya que no se puede utilizar el satélite mismo cuando se desea hacer prue-

bas.

La localización de dicha estación fue elegida cerca de la Villa El Abra, alrededor de 5.5 Km, al noroeste de Tulancingo, la distancia entre la estación terrestre y la estación Borelight es como de 14 Km.

La estación recibe la señal transmitida de la estación terrestre, en la banda de 6 GHz y transmite la misma señal después de la translación de frecuencia en la banda de 4 GHz.

SISTEMA DE SATELITES MORELOS.

México contará en 1985, con el primer satélite de telecomunicaciones completamente propio. El segundo satélite de respaldo se enviará al espacio exterior a finales de 1985. La etapa final empezará cuando el taxi espacial llegue a 300 Km sobre el nivel del mar. Cuando a esa altura cruce el Ecuador liberará el Satélite Morelos I que, 45 minutos después en la siguiente revolución sobre la Tierra, empezará su ascenso hasta la órbita de transferencia. Pasará 3 días en esa órbita, tiempo necesario para que el centro de control lo reoriente y quede listo para encender el motor llamado de apogeo.

Este motor llevará al satélite a la órbita necesario, para que después se pueda orientar definitivamente al satélite en una órbita geoestacionaria, a una altura de -

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

36,000 Km. El plano ecuatorial quedará sobre el meridiano - de 113.50. El otro satélite quedará estacionado a 3° del prmero sobre el meridiano 116.50. Al estar en órbita geostaonaria, girará siempre frente a la Tierra en esa posición manteniéndose todo el tiempo frente a México. Una vez en esa órbita, se desplegará la antena y se efectuarán las mediciones para comprobar que todo está en orden y que se pueden iniciar los servicios.

Cada satélite del SMS medirá 2.16 metros de diámetro y 6.6 metros de altura y tendrá en órbita una masa inicial de 666 Kg. de los cuales 145 serán de combustible, (hidrazina). La principal fuente de energía eléctrica radiará en un conjunto de celdas solares montadas sobre el cuerpo cilíndrico del satélite. Estas celdas generarán 940 watts de corriente eléctrica. Además tendrá baterías de respaldo que puedan suministrar 830 W, por ejemplo en caso de un eclipse.

Los satélites constan de 2 secciones, la giratoria en donde se alojan los subsistemas de propulsión, energía, control de inclinación y la plataforma fija, que guarda el subsistema de comunicaciones, las antenas y los subsubsistemas de telemetría y comando.

El satélite se llama de tipo híbrido por el tipo de bandas y transpondedores que lo integran. Un transpondedor es un canal de satélite, equivalente a un canal de microondas de gran capacidad. Cada satélite cuenta con 12 transpondedores estándar de 36 MHz y 6 transponde-

dores de doble ancho de banda o sea 72 MHz. Esto significa que podría manejar 32 señales de televisión si solo se dedicará a eso. Un transpondedor es, simplemente un segmento de satélite que permite el manejo de una o dos señales de televisión o de 1,000 comunicaciones telefónicas simultáneas.

Para tener una idea de lo que significará contar con 22 transpondedores, hay que tomar en cuenta que actualmente sólo se tienen tres - del satélite rentado en - 1982 a INTELSAT Consorcio Internacional, del que México forma parte y con esos tres se han satisfecho gran parte de las necesidades de telecomunicación del país. Los tres transpondedores están repartidos de la siguiente manera: medio para la Televisión de la Republica Mexicana (RIM) y medio para canal 13, uno para Televisa; medio para usos estratégicos del Estado y medio de reserva.

Actualmente, existen 196 estaciones terrenas para captar señales de satélite. No son suficientes y - que su número irá incrementándose. Dado que se trata de un satélite doméstico, es decir que su señal sólo cubre el territorio mexicano, será necesario seguir alquilando el satélite internacional cuando se desee enviar señales fuera de la República Mexicana.

La cuestión más problemática actualmente son las instalaciones en tierra. Se requiere una estación terrestre, que reciba la señal y luego un transmisor para que en los hogares se pueda recibir directamente la señal en caso

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

de televisión. En el caso de telefonía se requiere la red de distribución local. Se requieren inversiones, instalaciones en tierra: éstas las deberá hacer cada concesionario del SMS.

La SCT exclusivamente está solucionando un problema de conducción de señales. como lo está haciendo ac tualmente con la Red Federal de Microondas.

CAPITULO V.

PROPOSICIONES PARA MEXICANIZAR EL RECEPTOR.

Actualmente existen en México diferentes diseños de estaciones receptoras, con tecnología y manufactura extranjera.

Como se señaló en un principio, es idea básica de esta tesis, el hacer un estudio de - cual podría ser el porcentaje de nacionalización que se puede obtener en la realización de un receptor - que capte señales vía satélites.

Se ha concentrado el estudio en el - receptor y no en la estación terrestre global, debido a que los aparatos descritos y explicados en el capítulo dos y que la constituyen pueden ser agrupados en tres : el plato o antena parabólica, el LNA y el receptor.

En cuanto a la antena parabólica se refiere, la manufactura puede ser nacional en un - 100 %, debido a que su fabricación puede ser realizada de diferentes materiales de uso comercial, como ejemplo son la madera y el acero galvanizado.

El LNA, está formado básicamente de transistores para microondas y los elementos necesarios para la polarización de estos, por lo que -

aunque importante, no se considera factible su fabricación nacional, pues todos sus componentes son para muy altas frecuencias y actualmente en México no existe ningún tipo de fabricación de elementos que trabajen a tan altas frecuencias.

El receptor, del cual se va a realizar el estudio, es un receptor de doble conversión, - explicado anteriormente.

Antes de entrar en materia, se muestra en la figura 5.1 un diagrama de bloques de dicho receptor. Como se puede observar tiene dos etapas de frecuencia intermedia.

A continuación se hace un estudio de las diferentes etapas que forman el diagrama de bloques. Cada circuito, aparecerá en su proposición original, después del estudio del receptor completo se harán las proposiciones y estudios necesarios para obtener el máximo número de elementos mexicanos en su construcción.

La primera etapa es un mezclador. Esta primera etapa es para convertir, una señal de una f de 4 GHz a una de 1100 MHz. Para un mezclador, el voltaje aplicado es una composición de una señal RF ($V_{RF} \text{ sen } \omega_{RF} t$) y una señal de un oscilador local LO ($V_{LO} \text{ sen } \omega_{LO} t$) y una señal total en la forma:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

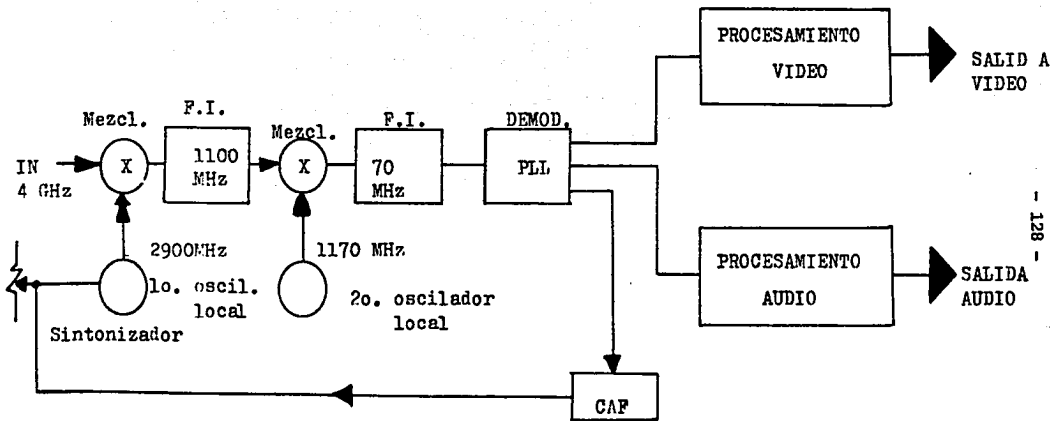


FIG. 5.1 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL RECEPTOR DE SEÑAL SATELITE

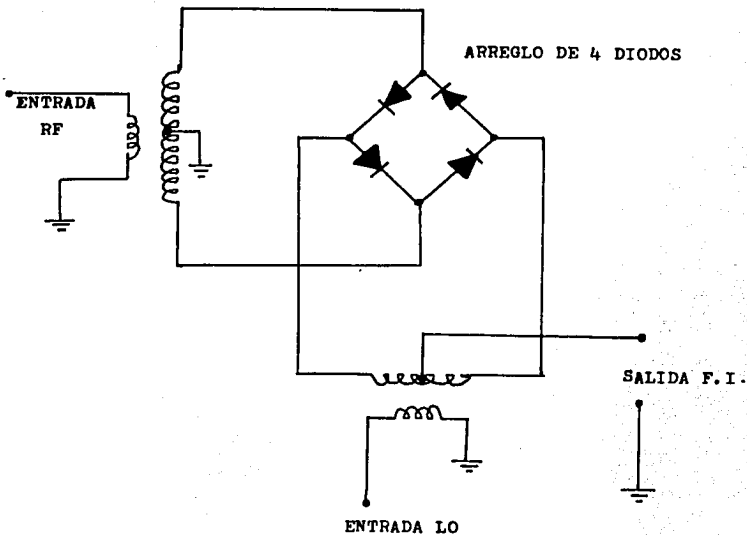


FIG 5.2 MEZCLADOR DE LA PRIMERA F.I.

$$V(t) = V_{RF} \sin w_{RF} t + V_{LO} \sin w_{LO} t$$

La frecuencia de salida es comúnmente llamada la frecuencia intermedia, puede ser ésta:

$$w_{LO} - w_{RF}$$

o

$$w_{LO} + w_{RF}$$

En la mayoría de las aplicaciones, se usa la banda de menor frecuencia. En el caso del receptor de señal vía satélite se usa ésta, ya que lo que se quiere es un proceso de conversión de bajada.

El mezclador utilizado es de diseño doble balanceo. Un mezclador de doble balanceo es básicamente la unión de dos mezcladores conectados en paralelo y 180° fuera de fase. Esta topología complementa la simetría requerida para suprimir cualquier armónica par de ambas señales de entrada.

La simetría formada por el arreglo de 4 - diodos que es la unión de 2 mezcladores simples, completan el aislamiento entre los puertos de entrada, cuando los diodos están perfectamente balanceados.

Los puertos LO y RF, alimentan el puente de diodos por medio de reactancias que transforman la entrada desbalanceada de la línea de transmisión a una línea balanceada.

Este mezclador puede ser, ya sea como el - mostrado en la figura 5.2 o un circuito integrado que ya lo contiene completo. Los diodos utilizados en el puente son del tipo P5827.

El segundo circuito está formado por la etapa primera de frecuencia intermedia, la cual se conecta — después del primer mezclador, por medio de un acoplamiento - capacitivo. El circuito de esta etapa de frecuencia intermedia se muestra en la figura 5.3 . Como se puede observar consta de 3 transistores, que proveen una ganancia de 5 a 10 dB a 1100 MHz. La función primaria de esta etapa, no es proveer ganancia, sino obtener un filtro pasabanda. Cada etapa está polarizada clase A, operando con una corriente de colector de aproximadamente 5 mA, se utilizan pequeños capacitores para - acoplar las etapas de entrada y salida.

Después del circuito de frecuencia intermedia encontramos un segundo mezclador, el cual mezcla una señal con una frecuencia de 1170 MHz, con la señal de 1100 MHz, - dando una salida de 70 MHz (se lleva a cabo un proceso de conversión de bajada). Si se tiene un buen rango de CAF (control de frecuencia automática) se puede usar una simple frecuencia

TESIS CON
FALLA DE CIRCUITO

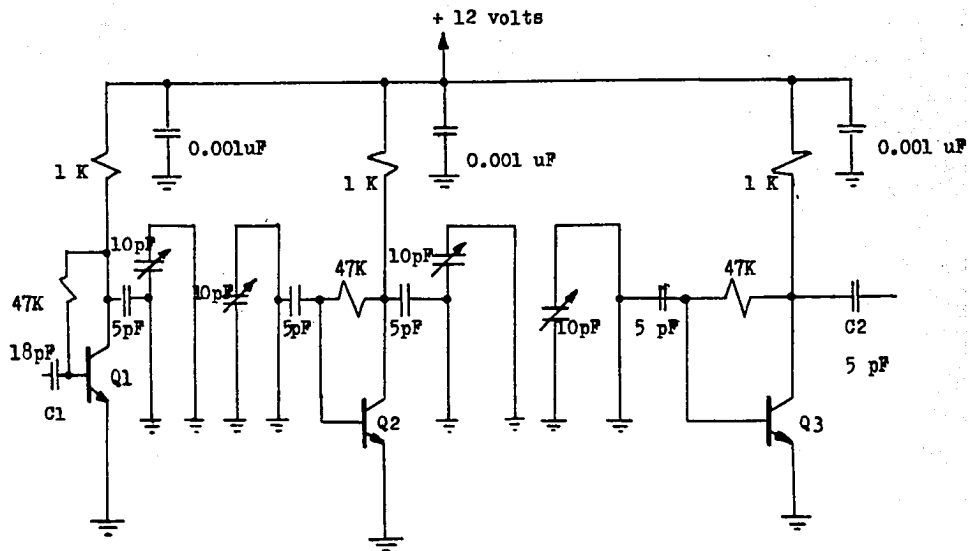


FIG. 5.3 PRIMER ETAPA DE FRECUENCIA INTERMEDIA

fundamental, utilizando un solo transistor que oscile a una frecuencia de 1170 MHz. Su salida es separada por un segundo transistor antes de que la señal entre al circuito del segundo oscilador. Este circuito es un mezclador de doble balanceo de 1 GHz.

El circuito del segundo mezclador se puede observar en la figura 5.4. El segundo transistor provee una señal que tiene cerca de 7 dB para ser mezclada con el oscilador local.

La salida del mezclador es filtrada por medio de una malla PI, para entregar una señal de 70 MHz - limpia para ser procesada por la segunda etapa de frecuencia intermedia, la etapa de filtración se muestra en la figura 5.5

La segunda etapa de frecuencia intermedia o etapa de baja frecuencia intermedia es responsable de gran parte de la selectividad y ganancia del receptor.

Se utilizan dos circuitos integrados, con función de amplificadores para proveer una ganancia de cerca de 60 dB. Esta etapa se encuentra en la figura 5.6. Se coloca un filtro pasabandas entre los dos módulos de ganancia, lo cual se hace por medio de una serie de filtros pasa bajas y filtros pasa altas en cascada.

Después de dejar la etapa de baja frecuencia intermedia, la señal, tiene una frecuencia lo sufi-

TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

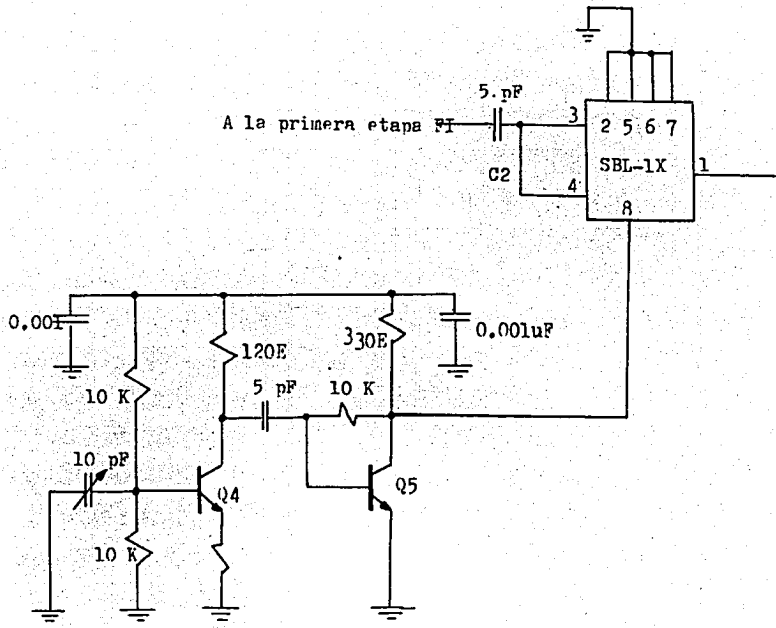


FIG 5.4 CIRCUITO DEL SEGUNDO MEZCLADOR

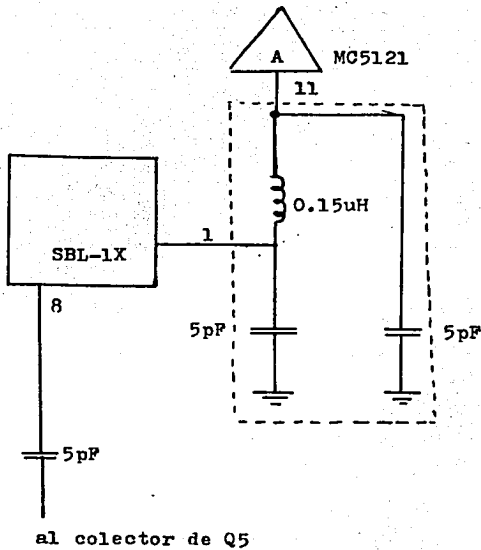


FIG 5.5 ETAPA DEL FILTRO PI

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

cientemente baja para ser demodulada. El demodulador está - diseñado para extraer tanta información de video y audio como le sea posible a partir de la debil señal del satélite.

El diseño usa un simple PLL (lazo de enganche de fase) pero de una manera inusual,

La mayoría de los circuitos integrados que contienen un PLL, tienen dificultad en el tiempo para rastrear el ancho de la variación total, especialmente a 70 MHz; ya que el PLL utilizado en este receptor, tiene un valor típico de frecuencia máxima de sólo 50 MHz, se debe encontrar un camino para poder operar a 70 MHz.

La solución es usar un ECL (emitter coupled logic) para dividir la frecuencia de la señal de entrada en - dos. Esto es hecho por un CI, un doble flip-flop de alta velocidad (ver figura 5.7). Una mitad de este circuito integrado es usada como divisor y la otra mitad como una fuente polarizada. La polarización se controla con un potenciómetro, el - cual puede ser ajustado para proporcionar cualquier voltaje - entre el estado lógico alto y bajo (patas 14 y 15). Cuando - se ajusta correctamente, polariza la salida del flip-flop a un nivel que hace que la señal de 70 MHz provoque al flip-flop una conexión oscilante, dando una salida de 35 MHz. Tanto la fuente de polarización, como el flip-flop, están en el mismo chip, la fuente de polarización actúa como un compensador de temperatura.

TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

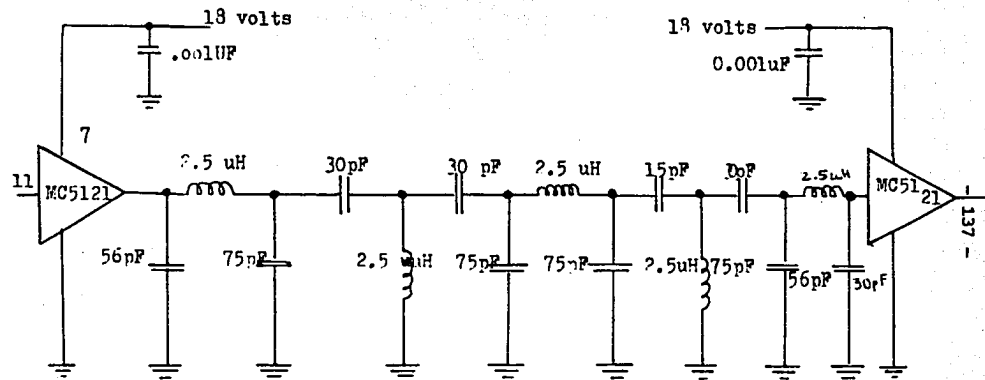


FIG. 5.6 SEGUNDA ETAPA DE FRECUENCIA INTERMEDIA

TESIS CON
FALTA DE ORIGEN

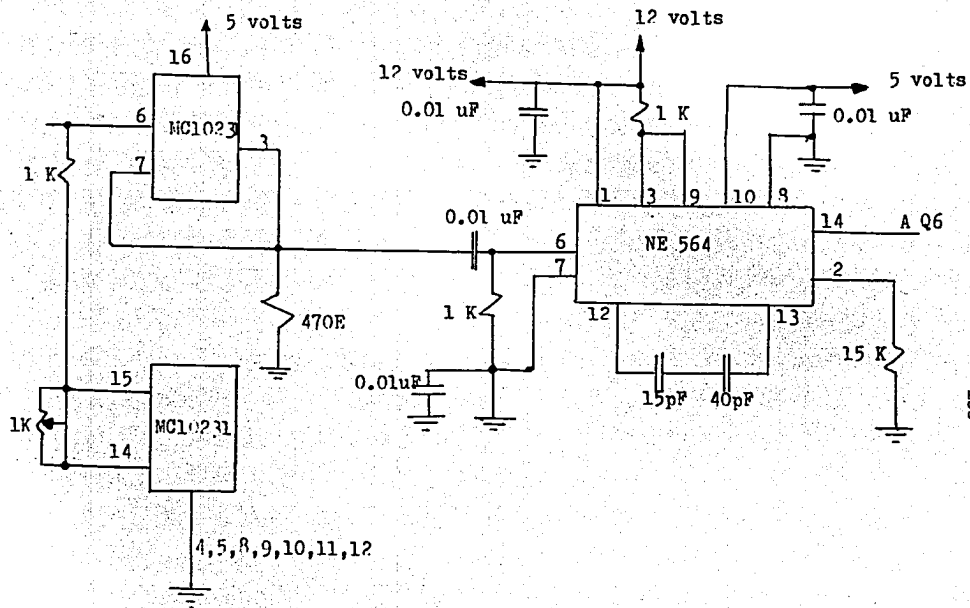


FIG. 5.7 CIRCUITO DEL DEMODULADOR

La señal de salida de 35 MHz puede ser manejada fácilmente por el PLL. El único problema es que la señal demodulada tiene sólo la mitad de la original, pero esto puede ser compensado.

Un simple demodulador FM con una frecuencia central de 35 MHz (determinada por los capacitores conectados directamente al PLL) está construido alrededor del PLL.

La figura 5.8 muestra un transistor, utilizado como emisor seguidor, el objetivo de este transistor es separar la información de audio y video después del PLL para las siguientes etapas del receptor.

La salida de video por el demodulador es video "inexperto" y debe ser procesada antes de que pueda ser vista. El proceso envuelto es de desacentuación y de desacción (estos procesos son debidos a que la señal que manda el satélite ha sufrido los procesos contrarios y hay que recobrar la señal de video original).

Una malla de deénfasis después del emisor seguidor (fig. 5.8) hecha por dos resistencias y un capacitor - mostrados en la figura 5.9, remueve el proceso de preénfasis que fue añadido a la señal que se dirigió al satélite. El transistor aísla la malla de deénfasis del filtro pasa bajas de video formado por dos capacitores y una inductancia. Este filtro es necesario para remover los componentes de la subportadora de audio y video, algunas puede ser hecho con modulado-

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

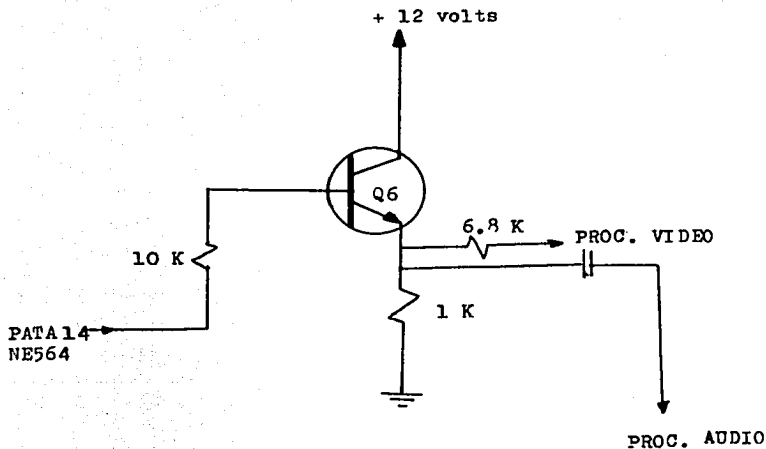


FIG. 5.8 CIRCUITO PARA SEPARAR AUDIO Y VIDEO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

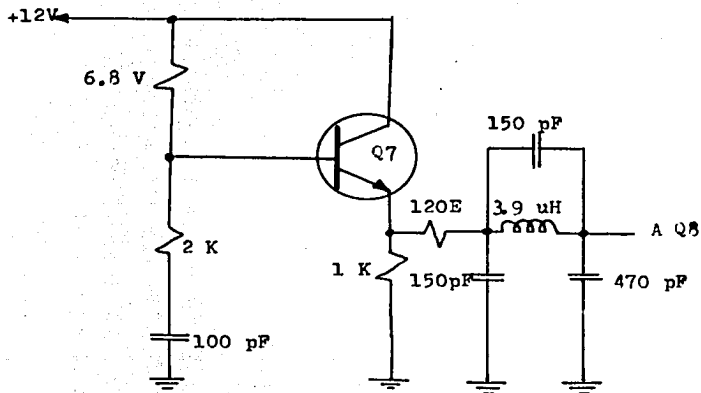


FIG. 5.9 CIRCUITO DE DE-ENFASIS

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

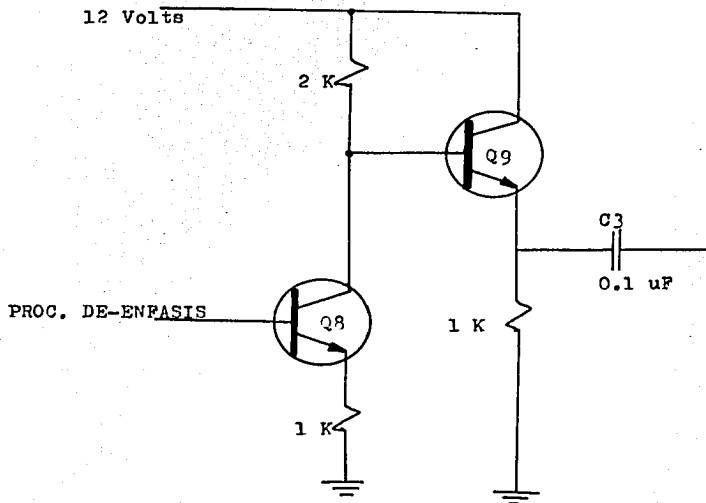


FIG. 5.10 ETAPA EN CASCADA DE AMPLIFICACION

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

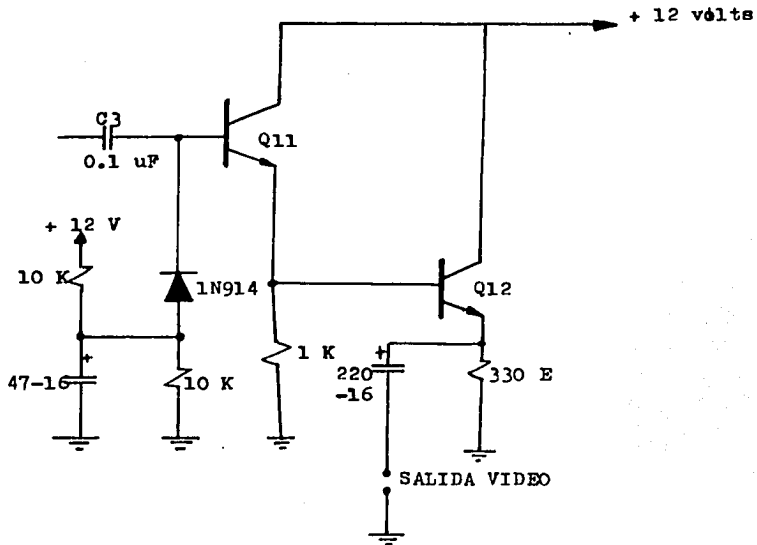


FIG. 5.11 ETAPA EN CASCADA. SALIDA VIDEO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

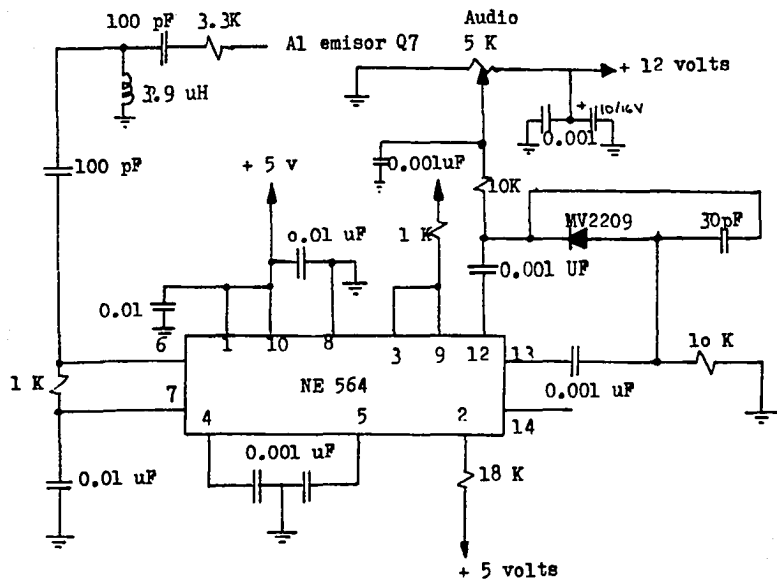


FIG. 5.12 DEMODULADOR DE AUDIO SINTONIZABLE

res RF externos. Se debe notar que todas las etapas tienen acoplamiento directo, hasta ahora para permitir una respuesta de frecuencia, con bajo nivel CD (un importante factor para un buen video).

Los transistores mostrados en la figura 5.10 forman una etapa de cascada de doble ganancia de un amplificador que exitán un diodo y un capacitor. Siguiendo a esta etapa se encuentran en la figura 5.11 otros dos transistores emisores que proveen la suficiente ganancia para producir un volt pico a pico de la señal de video en un carga de 75 Ω ohms.

El audio o FM de los satélites es transmitido sobre una subportadora en el rango de 5.5 y 7.5 MHz (con 6.8 MHz típicos), haciendo un demodulador de audio sintonizable, Un filtro pasa altas que consiste de dos capacitores y una inductancia acopla la subportadora de audio a una segunda etapa del PLL (figura 5.12), similar a la usada en la sección de video con la excepción de que opera solo sobre un rango de 5-8 MHz. Su frecuencia central, está determinada por la capacitancia a través de las patas 12 y 13. Esta capacitancia está formada por un diodo y un capacitor. La polarización es ajustada por un potenciómetro en el panel del operador, si se incrementa el voltaje se incrementa la frecuencia del PLL.

El PLL, sigue a la subportadora FM y sale

demodulado audio en la pata 14. Este audio es filtrado en un pasabajas formado por una resistencia y un capacitor y aplica do a una etapa de ganancia por 20 formada por la mitad de un circuito integrado de amplificador operacional doble. La sa lida de este amplificador operacional (figura 5.13) es un - volt pico a pico y es capaz de manejar una carga de 600 ohms

El CAF (control automático de frecuencia) lleva a cabo la importante función de guardar la señal de - 4 GHz centrada en el ancho de banda de 25 a 70 MHz. Aunque suena complicado, el circuito CAF es muy simple. Su corazón es un potenciómetro, donde se provoca una caída de voltaje.

La salida de la fuente de corriente cons tante es modificada por el espejo de corriente formado por el transistor (actuando como diodo, uniendo al espejo de - corriente el colector y la base). Una variación de corriente aplicada al espejo de corriente, puede variar la corriente a través del potenciómetro de sintonía y por lo tanto la ca da de voltaje en este, (fig. 5.15).

El CI del amplificador operacional, es u sado para excitar el espejo de corriente y el circuito lleva a cabo una translación voltaje a corriente.

El voltaje de salida del demodulador (to mado por el transistor de la figura 8) es filtrado por una resistencia y un capacitor para remover cualquier rastro de

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

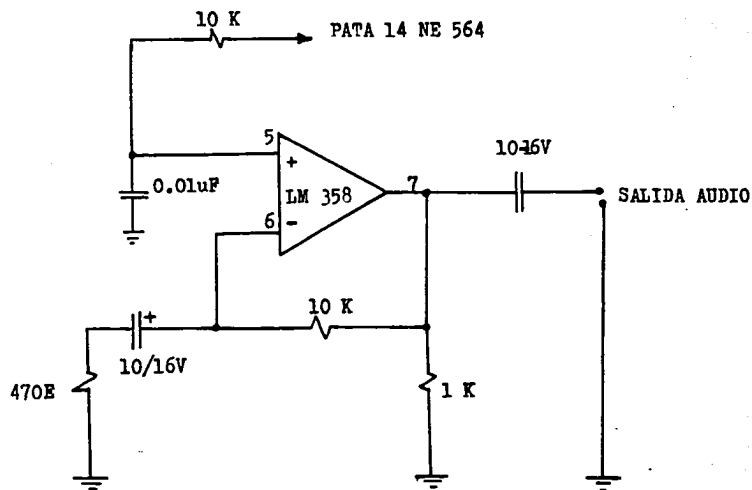


FIG 5.13 ETAPA PARA PROVEER GANANCIA A LA SEÑAL DE AUDIO

TESIS CON
PATA DE ORIGEN

la señal de video. El voltaje es aplicado a una entrada no - inversora del amplificador operacional y controla el voltaje a la corriente (translación), causando una acción de control de frecuencia automático.

Para la fuente de poder se utiliza un simple puente rectificador de onda completa, ver figura 5.14, el cual provee 19 volts no regulados CD para el receptor, se utilizan circuitos integrados, reguladores de voltajes a 15,12 y 5 volts.

Ahora, que ya se ha estudiado, los circuitos de los cuales se forma un receptor de señal satélite, y se han mencionado los componenetes que los integran, podemos realizar un nuevo estudio, acerca de los componentes que es posible, sustituir por componentes de fabricación nacional.

Como se puede ver, de lo anterior, el circuito, receptor de señal satélite consta básicamente de:

- 1) Primera etapa mezcladora.
- 2) Primera etapa de frecuencia intermedia.
- 3) Segunda etapa mezcladora.
- 4) Segunda etapa de frecuencia intermedia.
- 5) Etapa de filtración
- 6) Circuito del demodulador.
- 7) Circuito para separar las señales de audio y video.
- 8) Circuito de deénfasis.
- 9) Etapa de amplificación.
- 10) Etapa de ganancia señal de video.

TESIS CON
RAÍZ DE ORIGEN

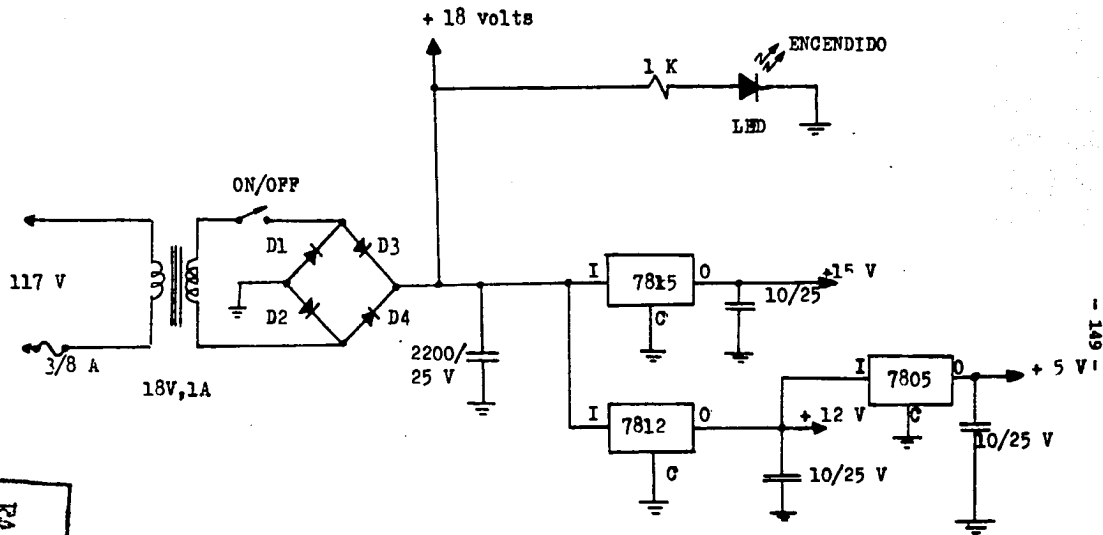


FIG. 5.14 FUENTE DE ALIMENTACION

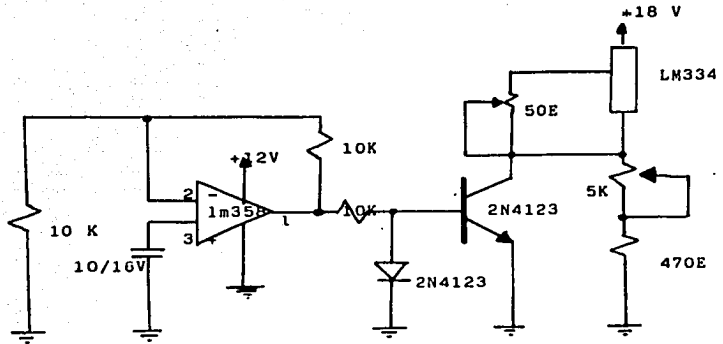


FIG. 5.15 CONTROL DE FRECUENCIA AUTOMATICO

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- 11) Demodulador de audio sintonizable.
- 12) Etapa de ganancia señal de audio.
- 13) Fuente de alimentación.

Enseguida se hará, un análisis de los elementos que forman cada uno de los circuitos.

A continuación, se analizarán, los primeros cuatro circuitos, que forman al receptor de señal satélite, es decir, los dos mezcladores y las dos etapas de frecuencia intermedia. Estos circuitos están formados por los siguiente semiconductores:

P5827 - diodos.

Q1, Q2, Q3, Q4, Q5 - NEC02136.

SB1-LX - circuito integrado, mezclador de doble balanceo IGHz

MC5121 - circuito integrado, amplificador.

Todos estos semiconductores, son para trabajar a muy altas frecuencias, son semiconductores para microondas. Actualmente en México, todavía no existe fabricación de elementos para microondas, razón por la cual, estos componentes no pueden ser sustituidos por ninguno de fabricación nacional.

Las resistencias utilizadas en estos cuatro circuitos son las siguientes:

1 Kohm

47 Kohms

10 Kohms

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

330 Ohms

120 Ohms

Todas estas resistencias son a 1/4 Watt y 5%; se encuentran de fabricación nacional, con reconocida calidad no solo a nivel nacional, resultado del empleo de materias primas seleccionadas, modernas tecnologías - de fabricación y rigurosos controles de calidad. Las empresas en las cuales se fabrican resistencias son las siguientes:

- Chromalox S.A.
- Elementos resistivos S.A.
- Ohmic S.A.
- Varohm S.A.
- Tecnocerámica S.A.

Los capacitores cerámicos utilizados en estos cuatro circuitos, son de los siguientes valores:

0.001 uF

18 pF

10 pF

5 pF

56 pF

75 pF

30 pF

15 pF

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Estos capacitores de poliesther metalizado cerámicos miniatura, también se encuentran de fabricación nacional, con una tolerancia en la capacitancia de 10% y una temperatura de almacenamiento y operación de -40 a 100°C.

Estos capacitores consisten de una delgada placa rectangular de cerámica con ambos lados metalizados, a los cuales se sueldan terminales de cobre estañado. Están cubiertos por varias capas de laca que los protege contra la humedad y contra los solventes usados comunmente en la limpieza de las tabillas.

Las principales compañías de fabricación de capacitores en México son:

- Capacitrón S.A.
- CIA. General de Electrónica S.A.
- Electro componentes Mexicana S.A.
- Electrónica S.A. de C.V.

En los circuitos que se están estudiando se encuentran capacitores variables de 10 pF, estos capacitores son fabricados en México por la compañía:

- Electro Componentes Mexicana S.A.

Se utilizan bobinas del siguiente valor:

- 0.15 uH
- 2.50 uH, formadas por 4 1/2 vueltas.

Estas bobinas son fabricadas por las siguientes

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

tes compañías:

- Componentes Electrónicos del Centro S.A.
- Electro G.C.
- Phillips Mexicana S.A. de C.V.
- Tele Onda S.A.
- Tramín S.A.

En cuanto a la etapa de filtración, se tienen los siguientes componentes; es una malla PI, formada por dos capacitores de 5 pF y una inductancia de 0.15 uH.

Los valores, tanto de los capacitores, como de la inductancia ya han sido utilizados en circuitos anteriores y por lo tanto nos podemos referir a ellos para saber, que compañías los fabrican en México.

Después de esta etapa, sigue el circuito del demodulador. Este circuito está formado básicamente por un circuito integrado, NE564, PLL. En México existe la fabricación de circuitos integrados, decodificadores PLL de frecuencia múltiple: y multiplex PLL.

El primero de ellos está basado en el principio de división de frecuencia multiplex y el segundo en el principio multiplex tiempo-división.

Ninguno de estos dos circuitos, trabaja a una frecuencia mayor a 1 MHz; como se explicó anteriormente el circuito PLL, trabaja convenientemente a una frecuencia de 50 MHz, que aunque no es la que se necesita, se puede u-

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

utilizar como solución un ECL para dividir la frecuencia de la señal de entrada en dos.

Aunque es importante, para la industria electrónica mexicana, la fabricación de estos decodificadores estos todavía no contienen la suficiente tecnología para poder ser utilizados en un aparato receptor de señales vía satélite.

El ECL, es obtenido por un circuito integrado Flip-flop doble, de manera que los marcados en la figura 5.7, con el número MC10231, no son dos CI, sino sólo uno. Este circuito tampoco se encuentra en fabricación nacional.

Los capacitores que intervienen en el circuito demodulador tienen los siguiente valores.

0.01 uF

40 pF

15 pF

Estos capacitores, como ya se mencionó se encuentran en el mercado nacional, fabricados por la compañías ya también mencionadas.

Tienen como características, tensión máxima de operación en C.C. 100V, 250 V, y 600 V. En el caso del receptor se utilizarán a 100 V.

Las resistencias que constituyen al circuito demodulador son de los siguientes valores:

1K

15 K

Además el circuito demodulador, cuenta con un potenciómetro de 1 Kohm, este potenciómetro tiene por objeto proporcionar cualquier voltaje entre el estado lógico - alto y bajo. Cuando se ajusta correctamente, polariza la salida del flip-flop a un nivel que hace que la señal de 70 - MHz provoque al flip-flop, una conexión oscilante, dando una salida de 35 MHz.

Existe la fabricación de potenciómetros - preajustables de carbón y alambre, con un diámetro de 10 - mm o de 15 mm. El fabricante de estos potenciómetros es:
- CIA. General de Electrónica S.A.

A la salida del circuito demodulador, se encuentra el circuito que sirve para separar las señales tan to de audio como de video.

Este circuito está formado por un transis tor y los correspondientes elementos para su polarización con un $V_{cc} = 12$ volts positivos.

El transistor utilizado originalmente es un transistor NPN, número 2n4123, las características de este - transistor son las siguientes:

Potencia total: 1.8 watts

Corriente colector: 0.8 A

$V_{CEO} = 75$ V

$$V_{CEO} = 40$$

$$V_{EBO} = 6$$

Características:

$$h_{FE} = 200$$

Con una corriente colector de: 0.15 A

Frecuencia típica: 300 MHz.

Existen en México, la fabricación de transistores que pueden cubrir perfectamente estas características de operación. Estos transistores son fabricados por la compañía Electrónica S.A. de C.V.

El tipo de transistores NPN, que sirven para la sustitución son:

- BD 135

- BD 137

- BD 139

Estos transistores tienen en común las siguientes características:

Corriente colector = 1 amp

Potencia total = 8 watts (70°C)

h_{FE} mín:40, máx = 250

Frecuencia típica: 250 MHz.

La diferencia de estos tipos de transistores radica en sus valores V_{CEO} y V_{EBO} .

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

<u>TIPO</u>	V_{CBO}	V_{CEO}
BD 135	45	45
BD 137	60	60
BD 139	100	80

Como estos transistores, tienen una dispersión mayor de h_{FE} que el transistor 2N4123, probablemente para poder aplicar la corriente de polarización, haya que variar la resistencia de base o utilizar dos resistencias de base, con el objeto de obtener una ganancia con mínima dispersión y prácticamente independiente de la fuente de alimentación.

Los transistores utilizados, en el circuito de deénfasis, en la etapa en cascada de amplificación y en la etapa para proveer ganancia a la salida de la señal de video pueden ser sustituidos, por los transistores mencionados anteriormente.

En la etapa que provee de ganancia a la salida de la señal de video (fig. 5.11) se utilizan capacitores electrolíticos de los siguientes valores:

- 47/16 V
- 220/16 V

Estos capacitores electrolíticos radiales se fabrican con electrodos a base de cintas de aluminio, fuertemente atacadas y un separador de papel poroso entre ánodo y cátodo. El separador está impregnado de un electrolítico que

mantiene excelentes características tanto a baja como a alta temperatura. Ambos electrodos y el separador se enrollan formando una bobina, la cual se encapsula en un bote de aluminio de tamaño específico. El capacitor se aísla con un forro de plástico de color azul. Esta descripción de fabricación es la que utiliza en Electrónica S.A. de C.V., sin embargo existen en México otros fabricantes de capacitores electrolíticos, - que son:

- Electrónica Seta S.A.
- Elementos resistivos S.A.
- Intertrón S.A. de C.V.

En esta misma etapa se utiliza un diodo, de tipo 1N914, con las siguientes características:

- Corriente inversa = 2 μ A
- Tensión directa = 1.5 V
- Tiempo de recuperación = 200 nseg.

En México existe la fabricación de diodos para alta frecuencia, diseñados para usarse en aparatos receptores que operen a frecuencias superiores a 25 KHz.

El tipo de estos diodos es desde el BYF-403 al BYF407, las características generales de estos diodos son las siguientes:

Corriente directa media: 0.7 A

Corriente directa pico no repetitiva (ciclo 10ms): 50 A

Temperatura de operación: - 65 a +175°C

Temperatura de almacenamiento: -65 a +175°C

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Resistencia térmica típica: 85°C/W

Tensión directa máxima instantánea: 1.5 V

Corriente inversa máxima: 10 uA

Tiempo de recuperación: 350 nseg.

El siguiente circuito es demodulador de audio sintonizable. Está formado básicamente por un circuito integrado PLL, tipo NE564, cuyas características de operación son las siguientes:

Potencia disipada: 300 mW

V_{CC} : 12 volts (típico)

V_{in} = 1 mV

I_{CC} = 12.5 mA

Como se mencionaba anteriormente, existe en México la fabricación de circuitos integrados PLL, sin embargo sus características de operación no se ajustan a las anteriormente indicadas.

Este mismo circuito demodulador de audio - sintonizable, cuenta con un diodo varactor MV 2209, 20-80pF en México se fabrican diodos de este tipo por:

- Industria Mexicana Toshiba S.A.

Después del demodulador de audio sintonizable, viene la etapa para proveer ganancia a la señal de audio.

Esta etapa opera principalmente con un - amplificador operacional del tipo IM358, el cual no hay de fabricación nacional.

Por último nos encontramos con el circuito de la fuente de poder, cuyos elementos son los siguientes:

- Fusible de 3/8 A, el cual se obtiene de fabricación nacional en la compañía Alfa Eléctrica de México S.A. de C.V.

- Transformador de 18 V a 1 A, este transformador se puede conseguir en el mercado y fabricado por:

- Bobinadores Unidos S.A.
- Componentes Electrónicos del Centro
- Electrónica Pilmar.
- Tramín S.A.

- Switch DPDT, el cual es fabricado en México por:

- Swichi de México S.A.
- TWD Mexicana S.A.

- Diodos del tipo 1N4004, con características de 1 Amp, 400 V. Este diodo puede ser sustituido, por el BY4004, con las siguientes características:

Corriente promedio en sentido directo: 1.0 Amp

Tensión directa máxima instantánea: 1.1 V

Corriente inversa máxima que se alcanza: 10 μ A

V_{RWM} (tensión inversa pico de trabajo): 400 V

Este diodo es fabricado por APESA.

- Capacitor electrolítico de 2200/25 V, este capacitor es fabricado por las siguientes compañías:

- Electrónica Seta S.A.
- Elementos resistivos S.A.
- Intetron S.A. de C.V.

- Capacitor electrolítico de 10/25 V, fabricado por las compañías anteriores.

- LED, en México no se fabrican LED's; sin embargo si se fabrican focos pilotos de 18 volts, que podrían ser puestos en lugar del LED y quitando la resistencia de 1K, estos focos son fabricados por:

-Parelec S.A.

- Reguladores de voltaje positivos de 5,15 y 12 volts, los cuales son circuitos integrados, que no se fabrican en México.

Otro tipo de material necesario para la construcción del aparato receptor de señal vía satélite, que puede llamarse de miscelanea, tal como la placa del circuito impreso, alambre para conexiones, conectores, chasis, se fabrican en México por las siguientes compañías:

Conectores: CONDUCTORES ARAGON S.A.

BURNDY DE MEXICO S.A. DE C.V.

- Circuito impreso: B.C. COMUNICACIONES ELECTRONICAS S.A.

CIRCUITRON S.A. DE C.V.

- Soldadura: ESTAÑO ELECTRO S.A.

- Chasis : DRAIG DE MEXICO S.A.

INDUSTRIA DECARO

- Conductores: NAVO DE MEXICO

NACIONAL DE ALAMBRES S.A.

THOMAS Y BETTS DE MEXICO S.A. DE C.V.

CONCLUSIONES.

A través del desarrollo de cada uno de los temas que se tomaron en cuenta para la realización de esta tesis, podemos obtener una serie de información muy útil, no solo para el Ingeniero sino para toda persona que esté interesada en las comunicaciones por medio de satélites.

Dichos temas, nos indicaron los principios fundamentales del sistema receptor de señal satélite, ya que en la actualidad se carece de esta información, en bibliografía escrita en español.

Como se indicó en un principio, el objetivo primordial de esta tesis, fue obtener un aparato receptor de señales satélite con el mayor número de componentes nacionales.

Para cumplir dicho objetivo, se deben tomar en cuenta ciertas dificultades que deben ser afrontadas, en la realización nacional de este aparato, ya que en México se cuenta con poca fabricación de elementos para microondas, por el momento. Sin embargo se logró adaptar algunos de los semiconductores, lo mejor posible, a los requerimientos y necesidades que presenta dicho receptor, sin por esto sacrificar el buen funciona

miento y diseño del norteamericano David Becker.

Aunque como se vió, en el desarrollo de la presente tesis, los principales elementos del aparato receptor no pudieron ser sustituidos por componentes de fabricación nacional, se obtuvo un buen porcentaje de elementos mexicanos en el conjunto total del aparato.

Es importante, desarrollar una -- tecnología propia, hacer diseños, que se encaminen y enfoquen a la satisfacción de las necesidades reales y propias de nuestro país, haciendo uso de los componentes tanto físicos como humanos con los que se cuenta, sin que sea necesario buscar estos satisfactores en otros lugares; -- mismos satisfactores que incluso puede ser que no se adecúen completamente a nuestros requerimientos y que no satisfagan del todo nuestras -- necesidades por el simple hecho de haber sido -- pensados con otro enfoque y en búsqueda de la -- resolución a otro tipo de problemática e intereses.

Este trabajo también servirá para demostrar a las recientes generaciones de -- ingenieros, que es necesaria una mayor confianza y un mayor apoyo, que vayan más allá de lo

meramente moral, en y para nuestra capacidad de ha
cer las cosas, para evitar que mucho talento e in-
genio nacionales se vean limitados, e incluso desa
lentados, por falta de incentivos y de ayuda, que
les permitan desarrollarse completa y cavalmente,
para beneficio propio y del país.

Como se mencionó en la introducción
de la presente tesis, dentro de muy poco las comu-
nicaciones por satélite serán parte esencial de -
nuestra vida, por esto es importante, que el país
no se quede rezagado en los instrumentos requeri-
dos para las mismas.

Este trabajo puede ser un punto de
partida para el desarrollo de diseños, que puedan
estar a la altura de los mejores aparatos recepto-
res de señal satélite.

Si esto ocurre, si esos nuevos dise
ños, son de origen nacional y llegan a convertirse
en una realidad, podemos estar satisfechos, pues -
querrá decir que se ha avanzado, que se ha tenido
un impulso hacia adelante en el desarrollo de una
tecnología propia. Y eso es realmente importante.

BIBLIOGRAFIA:

- 1) Joel Goldberg, SATELLITE TELEVISION RECEPTION, Prentice Hall, INC., U.S.A., 1984'.
- 2) George Cornell, SATELLITE COMUNICATION, Prentice Hall, INC., U.S.A., 1984.
- 3) Martin Clifford, SATELLITE tv, Tab Books, Inc., U.S.A. 1984.
- 4) Klims Electronics, THE COMPLETE GUIDE TO SATELLITE, Electronic Technology today INC., U.S.A., 1982.
- 5) Robert Traister A EARTH STATION, Tab Books, - INC., U.S.A., 1982.
- 6) Jack Darr, SATELLITE TELECOMMUNICATION, John Wiley & Sons INC., Publishers, USA, 1983.
- 7) Long/Keating, THE WORLD OF SATELLITE TELEVISION The Book Publishing Company, 1982.
- 8) Robert Cooper Jr., Coop"s SATELLITE ANTHOLOGU, Vol II, Providenciales BWI, 1980.
- 9) T. Ireka and R Sato, MICROWAVE TRANSMISSION, A-Tech House Massachusetts, US.A., 1984.
- 10) Mahesh Kumar and B.N. Das, ELECTRONIC COMUNICA TIONS ENGINEERS, Mc. Graw Hill, U.S.A. 1982.

PUBLICACIONES.

- 12) David Becker, SATELLITE TV RECEIVER?, Radio Electronics, Mayo 1982, U.S.A.
- 13) David Becker, SATELLIETE TV RECEIVER, Radio Electronics, Junio 1982, U.S.A.
- 14) David Becker, SATELLITE TV RECEIVER, Radio Electronics, Julio 1982, U.S.A.
- 15) INTERNATIONAL TRANSISTOR EQUIVALENTS GUIDE, Electronics Technology Today INC, U.S.A. 1982.
- 16) Stephan R. Kurtz, SPECIFYING MIXERS AS PHASE DETECTORS, MicroWaves, Enero 1980, Vol 17 No. 1, U.S.A.
- 17) Bert Henderson, RELIABLY PREDICT MIXER IM SUPPRESSION, MicroWaves & RF, Noviembre 1983, U.S.A.
- 18) Mick Kuhn, EVALUATE NOISE FIGURE AND NOISE, Hewlett Packard, Febrero 1983, U.S.A.
- 19) RCA, SK SERIES 1982, RCA Corporation, USA, 1982.
- 20) MICROWAVES PRODUCT DATA DIRECTORY, 1982/1983, Microwaves, Septiembre, 1982, U.S.A.
- 21) Reinhart, Edward E, THREE IS NOT ENOUGH: WHY THE US SPECIFIED FOR DBS SERVICE ARE AS, Satellite, Communications, December 1982, pp.28-39, U.S.A.

- 22) Cooper, Robert Jr., FROM RUSSIA WITH LOVE, Sate
llite Diggest, Julio 1980, U.S.A.
- 23) Morgan Walter, PULSE WITH MODULATION DECODING
CIRCUITS, Sattellite Digest, Septiem
bre 1980, U.S.A.
- 24) CATALOGO 1984 INDUSTRIA MEXICANA DE SEMICON__
DUCTORES S.A. DE C.V., México D.F.
1984.
- 25) CATALOGO GENERAL 83-84 APESA? Electrónica S.A.
de C.V.
- 26) DIODOS RECTIFICADORES DE SILICIO, Electrónica
S.A. de C.V., México 1984.
- 27) CIRCUITO INTEGRADO TDA1005 A, Electrónica S.A.
de C.V., México D.F.
- 28) TRANSISTORES DE POTENCIA MEDIA, Electrónica S.A.
de C.V., México 1984.
- 29) ESTACION TULANCINGO HIDALGO, Secretaría de Co
municaciones y Transportes, México
1979.
- 30) CATALOGO 1984 CAPACITRON S.A., México 1984.
- 31) CATALOGO ELECTROCOMPONENTES ELECTRONICOS DEL
CENTRO S.A., México 1984.
- 32) CATALOGO DE ELECTRO COMPONENTES MEXICANA S.A.
México 1984.
- 33) CATALOGO GENERAL DE PHILLIPS MEXICANA S.A. _

México 1984.

34) CATALOGO 1984 TECNOCERAMICA S.A., México 1984.

35) CATALOGO DE INDUSTRIA MEXICANA TOSHIBA S.A.,
México 1983.

36) CATALOGO DE CHROMALOX S.A., México 1984.

37) CATALOGO CIA. GENERAL DE ELECTRONICA S.A., Mé
xico 1984.