



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"CUAUTITLAN"**

**PROYECTO DE LA ESTACION TERRENA PARA
OPERAR CON SATELITES INTELSAT EN LA
REGION DEL OCEANO PACIFICO**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

**P R E S E N T A:
GABRIEL OMAÑA ALDANA**

CUAUTITLAN IZCALLI, MEX.

1986



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 está 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.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

I N D I C E

CAPITULO (1)

A N T E C E D E N T E S

	PAGINA
1.1 INTRODUCCION - - - - -	1
1.2 DIFERENTES TIPOS DE SATELITES DE COMUNICACION - - - - -	2
1.3 LA UNION INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES - - - - -	9
1.4 EL C.C.I.T.T. - - - - -	9
1.5 EL C.C.I.R. - - - - -	10
1.6 LA N.A.S.A. - - - - -	11
1.7 MEXICO COMO MIEMBRO DE INTELSAT - - - - -	12

CAPITULO (2)

PROYECTO DE LA ESTACION TERRENA PARA OPERAR CON SATELITES INTELSAT EN LA REGION DEL OCEANO PACIFICO.

2.1 INTRODUCCION - - - - -	16
2.2 CONDICIONES CLIMATOLOGICAS - - - - -	23
2.3 GUIA PARA EL DISEÑO - - - - -	25
2.4 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE EQUIPO - - - - -	29
2.5 SISTEMA DE MULTIPLEXAJE TELEFONICO - - - - -	50
2.6 SISTEMA DE ALIMENTACION DE ENERGIA ELECTRICA - - - - -	60
2.7 EQUIPO DE SUPERVISION Y CONTROL - - - - -	66

CAPITULO (3)

SEGMENTO ESPACIAL

PAGINA

3.1	ENLACE DEL SATELITE - - - - -	69
3.2	RETARDO DE PROPAGACION - - - - -	69
3.3	TRANSPODERS - - - - -	70
3.4	ANTENAS DE LOS SATELITES - - - - -	71
3.5	ALTITUD Y CONTROL DEL SATELITE - - - - -	71
3.6	RUIDO - - - - -	72
3.7	FRECUENCIAS - - - - -	79
3.8	INTERFERENCIAS DE MICROWAVAS - - - - -	79
3.9	SATELITES EN LA BANDA DE 12/14 MHZ - - - - -	81
3.10	PERDIDAS DE TRANSMISION - - - - -	82
3.11	RADIACION ISOTROPICA - - - - -	84
3.12	GANANCIA DE ANTENA - - - - -	84
3.13	PERDIDAS EN EL ESPACIO LIBRE - - - - -	89
3.14	CONSTRUCCION DEL SATELITE - - - - -	93
3.15	ORBITAS E INCLINACION - - - - -	105
3.16	DESCRIPCION DE UN SATELITE DE LA SERIE INTELSAT III - -	119

CAPITULO (4)

SEGMENTO TERRESTRE

4.1	CONCEPTO DE ESTACION TERRENA - - - - -	123
4.2	SELECCION DEL SITIO DE UNA ESTACION TERRENA - - - - -	124
4.3	EQUIPOS BASICOS QUE INTEGRAN UNA ESTACION TERRENA - - -	125
4.4	RECOMENDACIONES PARA LA SELECCION DE SITIOS DESTINADOS A ESTACIONES TERRESTRES DENTRO DE LA REPUBLICA MEXICANA -	149

4.5	REPORTE DE SELECCION DE SITIOS - - - - -	153
4.6	ANTENA DE UNA ESTACION TERRENA - - - - -	154
4.7	ANGULOS DE OPERACION - - - - -	161
4.8	DIRECTIVIDAD DE UNA ANTENA PARABOLICA - - - - -	164
4.9	GANANCIA DE UNA ANTENA PARABOLICA - - - - -	165
4.10	CALCULO DE ANGULOS DE OPERACION - - - - -	167
4.11	CALCULO DE LA DISTANCIA DE LA ESTACION TERRENA AL SATE LITE INTELSAT V - - - - -	169
4.12	SISTEMA MULTIPLEX - - - - -	169
4.13	SISTEMA DE ENERGIA ELECTRICA - - - - -	181
4.14	ANALISIS ECONOMICO DE UNA ESTACION TERRENA CLASE "A" -	190

C A P I T U L O (5)

C O N C L U S I O N E S

5.1	CONCLUSIONES - - - - -	192
	BIBLIOGRAFIA - - - - -	193

PROYECTO DE LA ESTACION TERRESTRE PARA OPERAR CON SATELI-
TES INTELSAT EN LA REGION DEL OCEANO PACIFICO.

CAPITULO (1)
ANTECEDENTES

A N T E C E D E N T E S

1.1. INTRODUCCION

Después del lanzamiento del primer satélite Soviético SPUTNIK en octubre de 1957 y del EXPLORER de Estados Unidos, se fué desarrollando activamente el uso de satélites y de la zona atmosférica con el propósito de lograr un sistema de telecomunicaciones por satélite que resolviera efectiva y económicamente las comunicaciones internacionales.

Con motivo de la XVII Olimpiada de Roma en 1960, Japón realizó enlaces de televisión internacional mediante el uso de onda corta; este método de transmisión usado consistía en imágenes grabadas transmitidas en una banda de transmisión de ondas cortas de 100MHz y grabadas a baja velocidad.

Cuatro años después, en las olimpiadas de Tokio, se canalizaron las imágenes de televisión a través del satélite SYCOM III, y como consecuencia de tales progresos, las comunicaciones vía satélite artificiales se usaron como servicios durante los juegos olímpicos celebrados en la ciudad de México en octubre de 1964, dichos juegos fueron transmitidos por la Estación Terrena de Tulancingo a Europa y América por medio del Satélite ATS III.

Las comunicaciones por satélite son acompañadas por altas técnicas en electrónica y sus resultados requieren de estudios técnicos mundiales. Su uso no debe ser monopolizado desde el punto de vista comercial por algunos países solamente, ya que debe ser promovido para formar una cooperación de muchos países. La organización INTELSAT

(International Telecommunication Satellite), de la cual forma parte México, comenzó sus funciones en agosto de 1964 y estableció los puntos de vista geocionada anteriormente a fin de colocar los sistemas de comunicación por satélite dentro de un uso práctico.

4.2. DIFERENTES TIPOS DE SATELITES DE COMUNICACION.

El tipo más importante de radiocomunicaciones a altas frecuencias, son las microwaves. La cobertura de las microwaves depende del número de estaciones repetidoras aparte del costo de construcción de estas estaciones, sin embargo, se encuentran limitadas por el hecho de que solamente se pueden construir en tierra. Para utilizar microwaves en comunicaciones transoceánicas, se debía encontrar una forma de regresarlas a tierra en lugar de que se perdieran en el horizonte.

Cuando en 1957 fué lanzado el SPUTNIK I, primer satélite artificial, la respuesta se hizo lógica, utilizar satélites artificiales como estaciones intermedias.

Satélites Pasivos.

El primer satélite real de comunicaciones fué el ECHO I, lanzado por la NASA (National Administrative Space Aeronautic), Administración Nacional Aeronáutica y del Espacio, el 12 de agosto de 1960. Este satélite era una esfera de 30 metros de diámetro, un peso aproximado de 61 kilos. Su función consistía en reflejar las ondas de radio transmitidas desde tierra por una antena de gran direccionalidad. Las ondas de radio fueron reflejadas hacia la tierra, pero una gran parte de la energía se perdía, el ECHO I, fué perforado por Meteoritos y quedó inutilizado. El ECHO II de mayor peso y diámetro fué lanzado en enero

de 1964, su órbita se encontraba a 1000 Km de altitud.

Este satélite estaba cubierto por una delgada membrana de aluminio que comenzó a arrugarse y su eficiencia de reflexión declinó. - Estos satélites nunca fueron utilizados para comunicaciones del tipo comercial.

Satélites Activos.

El TELSTAR I, fué el primer satélite activo lanzado el 10 de junio de 1962. Contenia un receptor, un amplificador y un transmisor. Contaba además con un transmisor de radiofaro el cual servía a los científicos para la localización del satélite. Tuvo un gran éxito al permitir la transmisión de conversaciones telefónicas y señales de televisión entre estaciones de Estados Unidos, Inglaterra y Francia. Operó en forma exitosa el 23 de noviembre del mismo año en que fué lanzado.

Operó nuevamente el 3 de enero del año siguiente, pero dejó de operar en forma definitiva siete semanas más tarde.

El problema en el TELSTAR I, se debió a una falla en un transmisor en el circuito de control del equipo de radio.

El TELSTAR II, se colocó a una altura de 10500 Km.; operó satisfactoriamente desde el día de su lanzamiento, el 7 de mayo de 1963, hasta el 16 de julio del mismo año, en que dejó de operar.

Por causas desconocidas empezó a operar nuevamente el 12 de agosto, para continuar trabajando indefinidamente.

Existieron varios satélites parecidos al TELSTAR. Entre los más importantes se encuentran los fabricados por la RCA con el nombre de relay. El primero fué lanzado el 13 de diciembre de 1952, la característica principal de estos satélites era la de contar con equipo de reserva, es decir, todos sus sistemas estaban duplicados, por lo cual, la falta de uno de sus componentes, no ponía fuera de servicio al satélite.

Satélites Geostacionarios.

Todos los satélites descritos anteriormente, tanto activos como pasivos, se mueven alrededor de la tierra, más rápido que la rotación de la propia tierra sobre su eje.

Las estaciones terrenas que operaban con estos satélites, debían de seguir continuamente al satélite, el cual solo era visible para las dos estaciones durante muy poco tiempo en intervalos de unas cuantas horas, ésto dificultaba enormemente la operación comercial del sistema.

A fin de solucionar este problema, se estudió la posibilidad de usar la llamada órbita Geostacionaria o Sincrónica, la cual se encuentra localizada directamente arriba del Ecuador, a una altura aproximada de 35850 Km., la cual, a diferencia de las otras órbitas, es circular y no elíptica. A esta altura, el período de revolución

del satélite es el mismo que el de la tierra, 24 horas. Si el satélite tiene el mismo sentido de rotación de la tierra, este parecerá estacionario a un observador terrestre.

Además, a esta altura, el satélite puede cubrir o "ver" una gran parte de la superficie terrestre, con lo cual requieren únicamente 3 satélites para proveer facilidades de comunicación a todo el globo - terráqueo.

Satélites Intelsat.

INTELSAT I

Fue puesto en servicio en junio de 1965. Conocido mundialmente como el EARLY BIRD (Pájaro Madrugador), servía únicamente para comunicación entre Europa y Norteamérica.

No tenía posibilidad de acceso múltiple. Este satélite hizo posible por vez primera la televisión comercial en forma directa a través del Océano Atlántico, estaba diseñado para operar sólo con 2 estaciones terrenas.

INTELSAT II

El Pájaro Madrugador fue seguido por el exitoso lanzamiento de 3 satélites de la serie INTELSAT II en el año de 1967, uno de ellos - fue situado sobre el Océano Atlántico y dos sobre el Pacífico, extendiendo al alcance de los satélites de comunicación a más de dos ter-

ceras partes del mundo. Aún y cuando el INTELSAT II tenía la misma capacidad que el Pájaro Madrugador, estaba diseñado para operar con varias estaciones de tierra a la vez y no únicamente con dos, como su antecesor.

INTELSAT III

Los satélites INTELSAT II de mayor potencia y capacidad, fueron colocados sobre los Océanos Índico, Pacífico y Atlántico durante el período de 1968 - 1970. El satélite del Océano Índico vino a completar la cobertura mundial de los satélites de comunicación.

Los INTELSAT III tenían una capacidad de 1200 canales telefónicos ó cuatro canales de televisión y un tiempo de vida calculado de 5 años.

INTELSAT IV

La serie de satélites INTELSAT IV, vino a aumentar en forma notable la capacidad y flexibilidad del sistema global de comunicación, el primero de ellos fué lanzado en enero de 1971 y empezó a prestar servicios durante el mes de marzo del mismo año.

INTELSAT IV - A

Esta serie de satélites tiene una capacidad promedio de 6000 - circuitos mas dos canales de televisión. Fueron lanzados en forma progresiva a partir del mes de enero de 1976, tienen 20 transpon-

ders cada uno con un ancho de banda de 36 MHz. Este satélite fue diseñado para incrementar el uso efectivo del espectro de frecuencia mediante una técnica conocida como "Reutilización de Frecuencia".

INTELSAT V

Los satélites INTELSAT V fueron lanzados en 1979, su período de duración es de 10 años, el costo del lanzamiento fue de 23 millones de dólares.

EVOLUCION DE LOS SATELITES INTELSAT

NOMBRE	INTELSAT I	INTELSAT II	INTELSAT III	INTELSAT IV	INTELSAT V
Año de lanzamiento.	1965	1967	1968	1971	1979
Diámetro (cm)	71.12	142.24	142.24	206.22	1524
Peso en órbita (Kg)	38.59	87.16	144.18	702.33	1452.8
Número de antenas.	1	1	1	3	6
Energía de entrada (watts)	40	76	120	400	1000
Altura (cm)	58.42	66.04	196.12	291.94	670.56
No. de Transponders.	2	1	2	12	27
Ancho de Banda de Transponder (MHz)	25	100	225	36	36
Costo del Satélite (millones de dólares)	\$3.6	\$3.5	\$4.5	\$14	\$28
Costo de lanzamiento (millones de dólares)	\$4.6	\$4.6	\$6	\$20	\$23
Periodo de vida (años)	1.5	3	5	7	10
Costo total por años (millones de dólares)	\$5.47	\$2.70	\$1.90	\$4.85	\$4.8
No. de circuitos de voz máxima.	240	240	1200	6000	24000

1.3. LA UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (UIT)

La cooperación internacional en telecomunicaciones, se inició en París el 17 de mayo de 1865, cuando la Unión Telegráfica Internacional fué fundada.

La Unión es la más antigua de las Organizaciones Gubernamentales, la cual forma ahora parte de las Agencias especializadas de las Organizaciones de Naciones Unidas (O.N.U.).

Desde el primero de enero de 1949, la Secretaría de la Unión tiene como sede la ciudad de Ginebra, Suiza.

El personal permanente de la Secretaría de la Unión en Ginebra, está dividida en cuatro órganos.

En primer lugar, la Secretaría General responsable de todos los negocios de la Unión, relaciones exteriores, finanzas, cooperación técnica personal, publicaciones y administración. Después se encuentran las tres Secretarías especializadas de la Unión; la oficina de registro internacional de frecuencia (IFRS), el Comité Consultivo Internacional de Radio (CCIR) y el Comité Consultivo Internacional de Telegrafía y Telefonía (CCITT).

1.4. EL CCITT.

En la conferencia de París en 1925, la Unión decidió que debido a la complejidad de los servicios telefónicos internacionales, se necesitaba una mayor y constante investigación que la ob

tenida en las conferencias periódicas, por tal motivo, se tomó la decisión de que el Comité Consultivo Internacional de Comunicaciones Telefónicas a grandes distancias debería formar parte integral de la Unión, creando un Comité similar para telegrafía.

A estos grupos de expertos les fueron asignadas preguntas específicas sobre dudas técnicas surgidas en las asambleas plenarios, ellos debían revisar y encontrar una solución para presentarla a la asamblea. Sus recomendaciones eran aceptadas por las asambleas plenarios, entonces eran publicadas como Recomendaciones. Los dos Comités se unieron para formar así el CCITT. Sus dos Secretarías fueron combinadas en una sola, pero sus métodos básicos de trabajo permanecieron inalterables, con grupos de estudio reportando a las asambleas plenarios.

La fusión de los dos Comités fué completamente lógica y un paso natural a la solución de varias preguntas sin respuesta.

Actualmente tienden a crecer juntos, usando técnicas de Ingeniería similares o iguales.

1.5. EL CCIR.

Si la discusión constante en Telefonía y Telegrafía llevó a la creación del CCITT, es de suponer que un paso similar fué tomado en el campo de la radio. La idea de formar un Comité de Radio se inició en 1920, pero no fué sino hasta la conferen-

cia de Washington de 1927 en que quedó establecido, aún y cuando existía una fuerte oposición. La delegación de Estados Unidos alegaba que un Comité podría retrasar el progreso de la radio al establecer principios demasiado rígidos.

El CCIR, al igual que el CCITT, trabaja a través de grupos de estudio.

En la actualidad existen 14 grupos especializados en los siguientes temas: Transmisores, Receptores, Servicios Fijos, Sistemas Especiales y Radioastronomía, propagación de onda troposférica y de tierra, propagación ionosférica, estándares de frecuencia y señales de sincronización, monitores internacional, sistemas radio-elevadores, radiodifusión, televisión, radiodifusión tropical, servicios móviles y vocabularios.

1.6. LA NASA

La Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio, -- (NASA), en Estados Unidos, es la encargada de poner en órbita los satélites de comunicación del tipo Intelsat.

Los satélites son lanzados por LA NASA desde Cabo Cañaveral. Cuando se requiere, LA NASA puede proporcionar ayuda para el seguimiento y colección de datos del satélite.

El Centro Goddard de LA NASA, tiene como función el control de vuelo del vehículo espacial y del satélite; determinación y --

predicción de la órbita, control de los comandos apropiados y control del seguimiento.

1.7. MEXICO COMO MIEMBRO DE INTELSAT.

Desde que fué establecido el Consorcio Internacional de telecomunicaciones por Satélites, el 20 de agosto de 1964, México manifestó su interés en las comunicaciones espaciales, y posteriormente, el 25 de agosto de 1966, firmó los acuerdos correspondientes que lo distinguen como miembro de dicho organismo.

En 1967 adquirió mediante contrato, los equipos y sistemas para integrar una estación terrena, que entró en servicio transmitiendo imágenes de televisión con motivo de la celebración de los juegos de 1968, utilizando en ese entonces el SATELITE AIS - 1 como medio para canalizar la información.

Para poder ser miembro de dicho organismo, es necesario contribuir, por lo menos con el 1.6% de las inversiones globales, al cual puede ser sufragado por un país o varios países que están representados conjuntamente. Cabe señalar que, en diciembre de 1968, México contribuía con el 1.47%.

El 13 de enero de 1969, la estación terrena de Tulancingo, nombre que le fué asignado por estar ubicada en las cercanías de la ciudad del mismo nombre, tiene acceso por primera vez a un satélite de la serie Intelsat y establece comunicación telefónica con algunos países miembros del consorcio.

De la fecha de contratación del sistema, han sucedido evoluciones técnicas que han obligado a mejorar los equipos y la calidad de las informaciones canalizadas por este medio, produciendo un incremento de los servicios y una optimización en la utilización del sistema.

Posteriormente, el 4 de noviembre de 1971, México firmó el acuerdo operativo y el acuerdo relativo a Intelsat que sustituyen a los provisionales, creando un régimen definitivo y depositó su instrumento de ratificación el 20 de diciembre de 1972, lo cual nos demuestra la participación activa de México en esta organización.

La Estación Terrena de Tulancingo.

La Estación Terrena de Tulancingo, Hidalgo, para comunicaciones vía satélite, fué proyectada como parte del programa nacional de telecomunicaciones, llevada a cabo por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de 1965 a 1970.

Los trabajos, tanto de instalación como de ajuste, fueron concluidos a mediados de 1968.

La finalidad para la que fué creada la Estación Terrena de Tulancingo, fué para establecer circuitos internacionales para las comunicaciones entre México y los países del Continente Americano y Europeo, que tienen instalaciones análogas.

De tal forma que sea posible la transmisión y recepción simultánea de señales radioeléctricas de telegrafía, telefonía, - facsímil, televisión, etc.

El lugar en que se construyó la Estación ferrana cumple con todos los requisitos de tipo técnico, está alejada de los ruidos electromagnéticos, ya sean naturales o artificiales, ísto es para que se permita una captación satisfactoria de las señales que retransmiten los satélites.

CAPITULO (2)

PROYECTO DE LA ESTACION TERRESTRE PARA OPERAR CON SATELITES INTELSAT EN LA REGION DEL OCEANO PACIFICO.

PROYECTO DE LA ESTACION TERRESTRE PARA OPERAR CON SATELITES INTELSAT,
EN LA REGION DEL OCEANO PACIFICO.

2.1. INTRODUCCION.

El proyecto de la Estación Terrestre es para operar con satélites INTELSAT en la Región del Océano Pacífico; decidiéndose que la estación proyectada sea del tipo estándar "A" y ubicada en la región NW de la República Mexicana, preferentemente en un punto próximo a la ciudad de Hermosillo, Sonora, en donde actualmente se dispone de las facilidades técnicas para el enrutamiento de tráfico a la ciudad de México.

La Estación Terrestre proyectada deberá estar diseñada para operar con satélites geostacionarios colocados en la órbita ecuatorial en las posiciones de 170°E y 170°W, satélites principal y de reserva respectivamente; los satélites con los cuales deberá operar dicha estación será de la serie Intelsat IV, IV-A, V, V-A y VI, por lo tanto, el diseño deberá prever el equipo necesario para operar con reutilización de frecuencias (polarización circular) mediante polarización cruzada en los sistemas de transmisión y recepción, considerando una redundancia 1:1 para cada polarización en los amplificadores de bajo ruido.

El objetivo fundamental de la Estación Terrestre es el de establecer tráfico telefónico, telegráfico y servicios de televisión en forma directa con los países miembros de INTELSAT que operan en la región del Océano Pacífico vía satélite primario, colocado en -

174°E ó el de reserva en 179°E.

En las tablas 2-1 y 2-2 se indican los países que tentativamente pueden establecer tráfico directo con México, en dicho cuadro se indican también los países que puedan operar en la modalidad FOM/FM y los de un solo canal con portadora SCFO.

T A B L A 2 - 1

Proyecciones de tráfico telefónico de los países con los que México mantiene servicios vía Estados Unidos.

PAIS	AÑO 1985 Canales Telefónicos	AÑO 1990 Canales Telefónicos
1.- Australia	6	8
2.- Corea	4	8
3.- Filipinas	4	7
4.- Hawai	13	28
5.- Hong Kong	4	4
6.- Indonesia	4	5
7.- Japón	45	85
8.- Taiwan (China-Taipei)	3	4
9.- Tailandia	3	4
10.- Singapur	4	5
11.- China (Peking)	2	2
12.- Fidji	1	1
13.- Guam	2	2
14.- India	2	3
15.- Malasia	2	2
16.- Nueva Zelanda	2	3
17.- Sri Lanka	2	2
18.- Samoa Americana	1	1

NOTA: Los países de la India y Sri Lanka operan con el Sat. IG-V en la región del Océano Índico.

T A B L A 2 - 2

Países que operan con el satélite IS-IV - A en la región del Océano Pacífico con sistema FDM/FM y que actualmente cursan tráfico con México vía Estados Unidos.

PAIS	E/T	TIPO ANTENA	TIPO DE SERVICIO	
			FDM/FM	SDPC
Australia	Carnarvon 2 (CA2)	STD.A	X	X
Corea	Kun San 1 (KS1)	STD.A	X	X
China-Peking	Peking 1 (PEL)	STD.A	X	NO
China-Taipei (Taiwan)	Taipei 1 (TI1)	STD.A	X	X
Fidji	Suva (SV)	STD.A	X	X
Filipinas	Rinoday 1 (RO1)	STD.A	X	X
Guam	Pulantac 1 (PL1)	STD.A	X	X
Hawai	Panama 2 (PA2)	STD.A	X	X
Hong Kong	Hong Kong (HKK)	NO STD.	X	X
Indonesia	Djatiluhur 1 (DJ1)	STD.A	X	NO
Japón	Ibaraki 3 (IB3)	STD.A	X	X
Malasia	Juantan 1 (JU1)	STD.A	X	NO
Nueva Zelanda	Warkworth (WA)	STD.A	X	X
Zona Americana	Pago Pago (PO1)	STD.B	NO	X
Singapur	Sentosa 2 (SA2)	STD.A	X	X
Tailandia	Si Racha 1 (SR1)	STD.A	X	NO

NOTA: Los países de India y Sri Lanka operan con el satélite ISV en la región del Océano Indico.

Debido a que en México no existe la especialidad en la construcción de Estaciones Terrestres, este proyecto está basado en la única experiencia de este tipo que existe en nuestro país, la Estación Terrestre de Tulancingo, Hgo., y a los pláticas sostenidas con los técnicos relacionados directamente con dicha Estación.

El proyecto de la construcción de esta Estación surge de la necesidad de establecer servicios de comunicación vía satélite, con los países del Área del Océano Pacífico, Oceanía y Asia, logrando de esta manera evitar la triangulación de los servicios de telecomunicaciones que actualmente se tiene a través de los Estados Unidos de Norteamérica con el consiguiente ahorro de divisas para nuestro país.

Los lugares propuestos donde se instalaría la Estación Terrestre son: el poblado "El Triunfo" y "Santa Kino", de los cuales en la tabla 2-3 se indican con cada una de sus características.

T A B L A 2 - 3

Tabla comparativa de las características en los sitios de Kino Nuevo y El Triunfo, para la Estación Terrena.

	<u>Kino Nuevo</u>	<u>El Triunfo</u>
Coordenadas Geográficas.	Lat. N. 29.87° Long. W. 112.2°	Lat. N. 29.86° Long. W. 111.39°
Altura sobre el nivel del mar.	20 m.	70 m.
Línea de vista al satélite.	5° grados aprox.	5° aprox.
Bloqueo contra interferencias radioeléctricas.	Buena	Excelente
Camino de acceso	Brecha de terracería	Brecha de tierra
Suministro de energía eléctrica.	A 100 m. del sitio	A 2.5 Km. del sitio
Tipo de suelo	Arenoso - pedregoso (no rocoso)	Pedregoso - rocoso
Suministro de combustible.	De la Cd. de Hermosillo.	De la Cd. de Hermosillo
Dist. a la Cd. de Hermosillo.	126 km.	53 Km.
Suministros Básicos	De la Cd. de Hermosillo.	De la Cd. de Hermosillo

Corrosión	Alta	Baja
Transportación al sitio.	Transporte público federal a Kino Nuevo.	Transporte público federal al entronque.
Área disponible	12 hectáreas aprox.	20 hectáreas aprox.
Temperatura ambiente.	En verano más de 40°.	En verano más de 40°.
Entronque a la carretera.	2.5 Km.	1.5 Km.
Distancia al poblado más aprox.	12.5 Km. a Kino Viejo a 2.5 Km. a Kino Nuevo población flotante (1000 hab.)	A 7.5 Km. del poblado El Triunfo (2000 hab.) a 12.5 Km. al poblado Miguel Alemán (3000 hab.)
Agua potable.	Unicamente a base de bombeo y con alto riesgo de salinidad.	Unicamente a base de bomba.
Servicios Médicos.	Muy limitados a 125 Km de Hermosillo.	Muy limitados a 53 Km. de Hermosillo.
Escuelas	Unicamente primaria	Unicamente primaria.
Entretencimientos.	(Plays)	(Pelacajs)
Vegetación.	Características de zonas áridas y desérticas.	Características de zonas áridas y desérticas.

"El Triunfo" es un punto localizado en una región alta y agrícola y a la margen de la carretera Federal No. 16, rodeado por montañas en el sector Oeste-Norte-Este, y por su cercanía a la ciudad de Hermosillo (53 Km), características naturales, protección contra interferencias radioeléctricas, facilidad de suministros, disponibilidad de energía eléctrica y vías de acceso, es conveniente se considere como punto probable.

2.2. CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS.

La Estación Terrena deberá considerar características de comportamiento de tal forma, que soporte la acción corrosiva producida por la humedad proveniente del mar. Las condiciones climatológicas de la costa más próxima a la ciudad de Hermosillo, se indican en la tabla No. 2-4.

T A B L A 2 - 4

Condiciones meteorológicas de la región costera más próxima a Manacillo (Sanja Kina).

1.- TEMPERATURA (°C)

<u>MESES</u>	<u>T. MAX.</u>	<u>T. MIN.</u>
Enero	27	3
Febrero	26	1
Marzo	28	4
Abril	34	7
Mayo	31	9
Junio	31	12
Julio	35	19
Agosto	40	23
Septiembre	36	16
Octubre	31	11
Noviembre	29	7
Diciembre	26	1

2.- Recurrencia de huracanes y vientos máximos registrados. Únicamente, en un período de 40 años se han registrado dos tormentas tropicales.

Características Dominantes del Suelo.

La zona de Barifa Nino se caracteriza por presentar un alto contenido de sales en algunas partes del suelo o en toda la parte superficial del suelo (30 cm.), y su vegetación, cuando la hay, es de plantas que toleran sales.

2.3. GUIA PARA EL DISEÑO.

Generalidades.

Este proyecto contiene las especificaciones técnicas necesarias para la fabricación, construcción, instalación, puesta en funcionamiento y pruebas de los equipos necesarios para la Estación Terrena estándar A. La cual debe operar sin interrupciones, es decir, las 24 horas de servicio continuo con satélites tipo V, VA y VI localizados normalmente en un arco orbital entre 174° y 179° de longitud, éste sobre el plano ecuatorial. La estación terrena deberá estar diseñada para prestar un servicio confiable cuya continuidad sea igual o mejor al 99.90%, medido de la siguiente forma:

$$\text{CONTINUIDAD DEL SERVICIO} = \frac{\text{TIEMPO DE OPERACION} - \text{TIEMPO DE FALLA}}{\text{TIEMPO DE OPERACION}} \times 100$$

Configuración del Sistema.

El diseño será lo suficientemente flexible para que la Estación Terrena opere en modalidad de doble polarización mediante la

instalación de los amplificadores de transmisión y recepción necesarios, dejando de las facilidades de interconexión y de espacio para futuras ampliaciones, debiendo ser cuidadosamente previstas en el diseño.

Esta Estación Terrena deberá estar diseñada para recibir varias portadoras telefónicas FMU/FM, de ancho de banda y capacidad según se muestra en la tabla 2-5.

Con objeto de establecer servicios telefónicos directos con aquellos países de muy bajo tráfico, en la configuración se deberá incluir un sistema SCPC de 12 canales.

Enlace Terrestre Estación Terrena - Ciudad de Hermosillo.

La Estación Terrena deberá estar enlazada con la ciudad de Hermosillo, mediante un enlace de microondas cuya configuración inicial sea 2:1, para canalización de los servicios telefónicos y de televisión, con un canal común de protección; se deberá contar además con un canal auxiliar para efectos de supervisión.

T A B L A 2 - 5

Propuesta de enrutamiento de tráfico telefónico de México vía FCM/FM,
IS - IVA.

Plan vigente a fines de 1964.

	A. B. MHz	CAPACIDAD CANALES	CANALES EN USO	DEMANDA CON MEXICO 1965	FREC. TX/RX
China-Taipei (Taiwan)	7.5	192	167	3	6030.75/3808.75
Corea	15	432	350	4	5490/3715
Filipinas	15	312	250	4	5060/3835
Hawai	2.5	24	24	13	6098.75/3873.75
Hong Kong	10	312	283	4	5952.5/3727.5
Indonesia	5	60	53	4	5960/3735
Japón	25	792	741	45	5985/3760
Singapur	7.5	192	168	4	6018.75/3793.75
Tailandia	5	72	73	3	5000/3775
China-Peking	5	60	48	2	5005/3780
Malasia	10	312	289	2	6042.5/3817.5

NOTA: China Peking y Malasia no cuentan con sistemas BCPC.

Materiales y Mano de Obra Nacional.

Un factor importante será el grado de integración nacional en materiales y mano de obra que el contratista utilice, por lo tanto, en las ofertas deberá quedar explícito los componentes, subsistemas o sistemas de manufactura nacional, indicando el porcentaje que representan del proyecto total, naturalmente se deberá tener especial cuidado en conservar la calidad en los acabados y en los materiales.

Cimentación de Antena.

El contratista entregará a la SCT toda la información necesaria para la construcción por parte de la SCT, de la obra civil necesaria para la erección del sistema de antena, teniendo la obligación de supervisar los trabajos correspondientes y materiales utilizados.

Pruebas en Planta y en el Sitio.

El equipo que deberá integrar la Estación Terrena estará sujeto a las pruebas de funcionamiento y evaluación de las especificaciones técnicas necesarias para demostrar que reúne las características técnicas.

Se deberá llevar a cabo pruebas en planta antes de proceder al embarque, para confirmar que todos los parámetros principales del equipo cumplan con las especificaciones. En el sitio será necesario también llevar a cabo las pruebas de funcionamiento indi-

vidual y de sistemas, una vez concluida la instalación.

Las pruebas en planta y en el sitio serán ejecutadas por el fabricante en presencia del personal técnico.

Refacciones y Herramientas.

El fabricante deberá suministrar las partes de repuesto y herramientas para un período de 3 años de operación y mantenimiento del sistema.

Equipo de Medición y Prueba.

A fin de poder llevar a cabo pruebas y ajustes de alta calidad y una operación y mantenimientos confiables y eficientes, el fabricante deberá suministrar como opción, el equipo de medición y prueba que se estime necesario.

2.4. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE EQUIPO

Cadenas Ascendentes.

Las cadenas ascendentes están básicamente constituidas por la unidad de banda base, el modulador de FM y el convertidor ascendente. Reciben las bandas base de telefonía y televisión procedentes del equipo múltiplax y radioenlace respectivamente, para convertirlas a una frecuencia intermedia y posteriormente a radiofrecuencia.

Las cadenas escandentes deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- a).- Altamente confiable en su funcionamiento de tal forma, - que el conjunto de la Estación Terrena cumpla con una disponibilidad de 99.99% a mayor.
- b).- De fácil operación y mantenimiento.
- c).- Las dimensiones del equipo deben ser tales, que la instalación global se ajuste a la superficie disponible y que permita a la vez realizar circosdevents, pruebas y mantenimientos. Debe preverse espacio para ampliaciones futuras y permitir el movimiento del personal entre bastidores.
- d).- Los módulos que constituyen los equipos de las cadenas ascendentes, deberán ser fácilmente intercambiables.
- e).- Los parámetros de operación de una cadena, deberán ser fácil y rápidamente modificadas para cualquier frecuencia de transmisión ancha de banda de frecuencia intermedia y capacidad de canales.
- f).- La cadena debe disponer de facilidades para el monitoreo de los parámetros de la señal transmitida y los fundamentales de operación de la propia cadena, señales de control e indicación del estado de operación. Debe preverse facilidad para el envío a un lugar remoto de la indicación del

estado de operación y especialmente nivel de radiofrecuencia.

- g).- Las cadenas ascendentes deberán emplear moduladores de banda ancha capaces de modular señales de telefonía multicanal con capacidades desde 12 canales hasta 972 canales o señales de televisión.
- h).- Los conectores en los puntos de salida de radiofrecuencia de las cadenas de transmisión serán tipo N hembra, todos los demás conectores que se utilizan en las cadenas de transmisión, serán los estándar del fabricante, recomendándose utilizar - donde sea posible, conectores tipo BNC.
- i).- Las cadenas de transmisión dedicadas a televisión, deberán ser capaces de procesar las normas 525/60 y 625/50.
- j).- Las condiciones ambientales a las cuales estará sometido el conjunto de equipos que constituyen las cadenas ascendentes son:

Temperatura:	0 - 40° C
Altura sobre el nivel del mar:	100 metros

- k).- Las especificaciones técnicas que deberán satisfacer son las siguientes:

- Señal banda base a la entrada de la unidad de banda base.

Telefonía	Señal múltiple multicanal de 12 a 972 canales.
-----------	--

Televisión	Señal compuesta de televisión en color o monocromática 525/60 y - 625/50.
- Impedancia de entrada.	75 Ohms.
- Pérdidas de retorno	
Telefonía	Mejor que 26dB en la banda desde 20Hz a 6.2 KHz.
Televisión	Mejor que 26dB en la banda desde 20 Hz a 6.2MHz.
- Nivel de la señal a la entrada de la unidad de banda base:	
Telefonía	35dBm/canal
Televisión	1 volt cresta a cresta.
- Frecuencia Intermedia.	
Frecuencia	70 Mhz.
Impedancia	75 Ohms
Nivel	Ajustable en ± 20 dB o mayor
Características del control automático de ganancia de banda base:	El nivel de base en el modulador nunca excederá al nivel de banda base totalmente cargada por más de 1dB.
Frecuencia de la señal de R.F. a la salida:	Cualquier frecuencia comprendida entre 5850 y 6425 Mhz.
Impedancia de salida en R. F.	50 Ohms.

Sistema de Alta Potencia.

El sistema de amplificadores de alta potencia tienen como finalidad, amplificar las señales procedentes de las cadenas ascendentes hasta lograr los valores de P.I.R.E., especificadas por — Intelsat.

Los amplificadores deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- 1.- Altamente confiable de tal forma, que el conjunto de la Estación Terrestre cumpla con una disponibilidad de 99.98% o mayor.
- 2.- De fácil operación y mantenimiento.
- 3.- De bajo consumo de energía eléctrica.
- 4.- Enfriados a base de aire forzado.
- 5.- Capaz de transmitir simultáneamente una o más portadoras dentro de la banda comprendida entre 5850-6425 Mhz.
- 6.- El equipo deberá contar con los dispositivos de protección para el amplificador final. Su diseño debe ser altamente confiable, seguro y de configuración sencilla.
- 7.- Deberán incluirse los equipos para medir los principales parámetros del tubo amplificador que considere conveniente al fabricante, sin excluir medidores de potencia de entrada, potencia de salida, potencia reflejada, voltaje y corriente, voltaje de la fuente de alto voltaje, cuenta horas de operación de los filamentos y cuenta horas de operación del amplificador.

- 8.- Deberá contarse con alarmas sonoras y luminosas que funcionen cuando los parámetros del tubo estén fuera de sus límites preestablecidos de operación, y otras adicionales que indiquen - de la misma manera baja y alta potencia de salida y potencia reflejada.
- 9.- En los casos en donde los parámetros del amplificador de transmisión alcancen valores, fuera de sus límites normales de operación, deberá removerse o atenuarse la R.F. de entrada y/o - interrumpir el suministro de energía eléctrica parcial o totalmente en forma automática.
- 10.- Aquellas partes de los amplificadores que posean vibración - por su operación, deberán estar convenientemente aisladas, a fin de evitar que ésta se transmita al resto del amplificador.
- 11.- El diseño deberá ser tal, que permita el fácil montaje y desmontaje del tubo amplificador, y de ser necesario, se deberá proveer de ajustes mecánicos independientes, a fin de alinear con máxima precisión el tubo con los componentes de interconexión del gabinete.
- 12.- Se incluirán los dispositivos de protección y seguridad en - aquellos sitios que representan riesgos para el personal en - casos de operación, mantenimiento o errores humanos.
- 13.- Se deberá proveer facilidades para el ajuste de la potencia - de salida en un rango de 20dB, controlado manualmente y que -

permita apreciar el grado de ajuste calibrado en dB. La precisión en el centro será de ± 0.2 dB.

- 14.- Deberán proveerse filtros para la entrada de aire al gabinete, fácilmente desmontables y de fácil limpieza y que no signifiquen una interrupción del amplificador su funcionamiento.
- 15.- La señalización del estado que guardan los amplificadores de transmisión, deberá contar con facilidades, a fin de que sea posible el monitoreo en forma raseta, contando además con controles para la aplicación de alto voltaje.
- 16.- El sistema de conmutación deberá proveer la facilidad de conmutar cualquiera de los amplificadores de transmisión a una carga por medio de un control manual.
- 17.- Al ocurrir cualquier conmutación en la etapa de alta potencia, los amplificadores de transmisión deberán quedar protegidos - contra posibles reflexiones de energía que pongan en riesgo al tubo amplificador.
- 18.- El tiempo de conmutación de un amplificador al de reserva, no deberá ser mayor de 3 segundos.
- 19.- Los extractores de aire que sean utilizados en los amplificadores de transmisión, deberán estar diseñados para proporcionar un enfriamiento eficiente debiéndose considerar que la altura sobre el nivel del mar, a la cual deberán operar, es de 50 metros.

20.- Se deberá disponer de un medidor remoto de la potencia de salida de cada amplificador con escalas calibradas en Watts y - dBw.

21.- El control de conmutación manual de un amplificador a otro se deberá realizar en forma local y remota.

22.- La ocurrencia de cualquier falla de un amplificador de transmisión, deberá ser indicada en el lugar remoto.

23.- Para reemplazar cualquier tubo de alta potencia, no deberá requerirse un tiempo mayor de 60 minutos.

24.- Se procurará evitar hasta donde sea posible, la producción de ruido audible excesivo en los amplificadores de transmisión.

25.- El encendido de un amplificador de transmisión deberá tener la opción manual o automática, a elección del operador. El encendido manual principalmente será utilizado cuando se tenga que aplicar el voltaje paulatinamente, como es el caso de un tubo que será operado por primera vez. El encendido automático deberá garantizar que el tubo será puesto en operación en una secuencia apropiada y después de un tiempo de precalentamiento, hasta lograr una operación normal.

26.- El amplificador de transmisión alcanzará sus valores normales de operación, en un lapso no mayor de 150 milisegundos, después de haber sido aplicado el alto voltaje.

Sistema de Antena.

El sistema de antena tiene la finalidad de radiar hacia el espacio, energía de radiofrecuencia en forma de ondas electromagnéticas, de señales que estén en cualquier parte de la banda de transmisión comprendida entre 5850 - 5925 Mhz; a la recepción se comporta como un colector de ondas electromagnéticas, en cualquier parte de la banda de 3825 - 4200 Mhz.

El sistema de antena incluye las partes y equipos necesarios para transmitir y recibir simultáneamente señales de R.F., en la modalidad de doble polarización, incluyendo los dispositivos para el seguimiento manual y automático de satélites geoestacionarios, ubicados sobre el plano del ecuador.

El sistema de antena deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- 1).- El sistema de antena deberá ser diseñado para operar en forma continua con satélites de comunicación tipo geoestacionarios, de órbita sincrónica sobre el plano del Ecuador.
- 2).- El alimentador primario será con reflectores de tal forma y número, que conserven la geometría de la onda y sus características principales para operar permanentemente con doble polarización.
- 3).- Ningún equipo será instalado sobre la antena o su estructura, de tal forma que deberá prevverse una superficie a nivel del suelo en donde se instalarían las partes del ali

mantador, amplificadores de bajo ruido y amplificadores de transmisión. La superficie debe permitir alojar equipos suficientes para operar con doble polarización, así como la expansión futura.

- 4).- El material de construcción de la antena, deberá ser tratado para soportar sin degradación y sin corrosión, la exposición permanente a la intemperie; no se considerará como para protección de la antena.
- 5).- Cualquier situación imprevista, incluyendo fallas de equipos, partes o componentes de tipo electrónico, mecánico o de otro que suceda al sistema de antena, no deberá afectar sus ángulos de operación en el momento de ocurrir la falla, de tal forma, que cuando sucedan situaciones de este tipo, el seguimiento de antena pasará automáticamente al modo manual y quedará fija en la posición de azimuth o elevación que existirá en el momento de ocurrir esta situación.
- 6).- El sistema de antena estará diseñado para el seguimiento automático de los satélites, pero deberá contar con la facilidad de seguimiento manual bajo cualquier circunstancia.
- 7).- El sistema de antena deberá cumplir con las características de funcionamiento en cualquier posición de azimuth y elevación, pero deberán tomarse las medidas necesarias para que muchas características se cumplan y se conserven permanentemente y en forma especial en la posición normal de operación del sistema de antena.

- 8).- El sistema de antena, deberá ser diseñado para manejar doble polarización a la transmisión y a la recepción.
- 9).- Deberán proveerse dispositivos de fácil acceso y conservación que recojan los sobrantes de grasas, aceites y lubricantes en general, de aquellas partes mecánicas que requieran lubricación, con objeto de que estos lubricantes no escurran sobre el piso, manchen la estructura de la antena o caigan a tierra.
- 10).- Todas las partes componentes de la antena y especialmente la superficie del paraboloide principal, deberán soportar a una persona de hasta 120 Kg., que se deslice con zapatos de suela suave, sin que ocasione deformaciones o degradaciones mecánicas.
- 11).- El diseño del sistema de antena será tal, que no se requiera normalmente que personal suba a alguna parte de su estructura, no obstante, en aquellos puntos donde se requiera ocasionalmente acceso del personal, deberá contar con los medios de seguridad y protección para evitar una caída u otro tipo de accidente que ponga en peligro la vida del mismo o alguna de sus partes.

El mismo principio deberá aplicarse para proteger al personal contra altos voltajes o accidentes personales por cambios mecánicos o de cualquier índole durante la operación y mantenimiento normal de cualquier parte del sistema. Deberán proveerse los dispositivos de protección y -

seguridad, para que el personal no sufra ningún daño, bajo ninguna circunstancia, ni siquiera por error humano deberá señalizarse claramente todo lo que signifique peligro para el personal.

- 12).- Deberá preverse la iluminación adecuada en las áreas de tránsito por parte del personal, las cuales operan automáticamente, cuando la luz natural sea insuficiente. Deberán incluirse luces de indicación para navegación aérea, las cuales deberán operar automáticamente.
- 13).- El sistema de antena deberá contar con apartarayos para la protección del personal y de las instalaciones contra descargas eléctricas naturales.
- 14).- Para el caso de fallas catastróficas en los dispositivos de impulsión, se deberá contar con los medios necesarios para una fácil sustitución de partes eléctricas o mecánicas, sin que esto implique interrupciones en el servicio; se deberá contar con las facilidades para el movimiento de partes muy pesadas dentro de la estructura de antena.
- 15).- Los paneles que componen la superficie del reflector principal, podrán ser ajustados en forma independiente, así como también el subreflector tendrá movimientos independientes para efectos de ajuste.
- 16).- Deberá contar con facilidades para un fácil acceso del personal al reflector y subreflector de antena.

- 17).- Deberá contar con dispositivos manuales mecánicos para fijar la antena tanto en azimuth, como en elevación para casos en los que las condiciones ambientales puedan significar un peligro para la antena, en su defecto, cuando se requiera estabilizarla por un periodo largo de tiempo y por razones diferentes. - Cuando se operen manualmente estos dispositivos, deberán desconectarse todos los dispositivos electromecánicos de manejo de antena.
- 18).- Deberán existir dispositivos de protección en los límites de posición de los ejes de elevación y azimuth, de tal forma, - que la alimentación a los motores correspondientes se interrumpa al llegar a dichos límites.
- 19).- El movimiento de la antena estará proporcionado por motores eléctricos. Deberán considerarse cuando menos dos motores - por cada eje de movimiento y uno de ellos en cada eje será suficiente para mover y apuntar la antena. El sistema de impulsión deberá incluir un arreglo para máxima exactitud de apuntamiento de la antena, ya sea mediante generación de torques opuestos y otros mecanismos equivalentes.
- 20).- Los requisitos de polarización de la Estación Terrena para operar con los satélites Intelsat V, serán:

<u>CUBRIMIENTO TERRESTRE</u>	<u>ESTACION TERRENA TRANSMISION</u>	<u>ESTACION TERRENA RECEPCION</u>
1.- Global	Circular izquierda	Circular derecha
2.- Hemisferio Oeste.	Circular izquierda	Circular derecha
3.- Zona No. 1 Oeste	Circular derecha	Circular izquierda

4.- Hemisferio Este	Circular izquierda	Circular derecha
5.- Zona Nb. 2 Este	Circular derecha	Circular izquierda

21).- El diseño del sistema de antena deberá ser tal, que cumpla con una disponibilidad de 99.9% o mayor.

22).- Deberá contarse con la facilidad adicional de control y monitoreo remoto, de cuando menos los siguientes parámetros:

- a).- Dos indicadores digitales de grados y centésimas de grado para ángulo de elevación, cuyos componentes tengan una vida esperada a trabajo continuo de 100,000 horas o mayor.
- b).- Dos indicadores digitales de grados y centésimas de grado para ángulos de azimut, cuyos componentes tengan una vida esperada a trabajo continuo de 100,000 horas o mayor.
- c).- Se deberá contar con indicación del estado de operación de las principales partes que constituyen el sistema de antena.
- d).- Las fallas del sistema de antena deberán manifestarse en forma sonora y luminosa.
- e).- Control de encendido y apagado de los motores eléctricos de impulsión en forma independiente para azimut y elevación, el estado encendido/apagado deberá indicarse.
- f).- Facilidad para seleccionar el modo de seguimiento manual o automático. El estado debe ser indicado.
- g).- Dispositivo de movimiento de antena para efectos de seguimiento al satélite en forma manual en ambos ejes.

h).- Control de velocidad en ambos ejes para desplazar la antena a cualquier posición.

23).- El sistema de seguimiento automático del satélite deberá contar con la facilidad de operar con dos frecuencias distintas de radiofaro, las cuales podrán seleccionarse manualmente en forma remota.

24).- El movimiento de la antena podrá efectuarse mediante una manivela de ambos ejes. Deberá proveerse de dispositivos de protección necesarios, tanto para el personal como para el sistema, cuando se haga uso de esta facilidad. El esfuerzo personal para el movimiento de la antena mediante manivela, deberá ser mínimo.

25).- Las especificaciones técnicas que el sistema de antena deberán satisfacer, son las siguientes:

- | | |
|-------------------------------------|---|
| - Tipo de montaje | Elevación sobre azimuth, rodamiento sobre rieles. |
| - Tipo de reflector principal. | Parabólico. |
| - Diámetro del reflector principal. | Mayor o igual que 32 metros. |
| - Angulo de cobertura Azimuth. | Capaz de operar con cualquier satélite. |
| - Elevación | De 0° a 90° |
| - Figura de mérito (G/T) | $G/T \geq 40.7 + 20 \log \frac{f}{a}$
(dBK) a 5° de elevación y vientos débiles. |

- | | |
|-----------------------------------|---|
| - Relación axial | Relación axial de voltaje, no excederá de 1.00 en transmisión y recepción. |
| - Ancho de banda del alimentador. | A la recepción de 3700-4200 a la transmisión 5975-6425 |
| - Aceleración máxima | La requerida para desplazar la antena a cualquier posición, - bajo las condiciones más desfavorables. |
| - Condiciones ambientales: | |
| Temperatura: | De -5 a + 50°C. |
| Viento: | |
| a).- Operación normal | 12 M/S con ráfagas de 20 M/S |
| b).- Operación crítica | De 20 a 25 M/S, ráfagas de hasta 30 M/S. |
| c).- Control de antena | Con vientos de hasta 35 M/S. |
| d).- Supervivencia | 50 M/S |
| Iciva | No se prevén. |

Amplificadoras de Recepción.

Los amplificadores de recepción tienen como función, amplificar las débiles señales recibidas por la antena en la banda de 3700-4200 Mhz, con el mínimo de ruido adicional y sobre la base de operación - continua y multiportadora.

Los amplificadores deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- 1.- Deberá ser altamente confiable en su funcionamiento, de forma tal, que el conjunto de la Estación cumpla con una disponibilidad

lidad de 99.96% o mayor.

2.- De fácil operación y mantenimiento.

3.- El sistema de amplificadores deberá ser redundante, uno a uno, no obstante, deberán ser consideradas las facilidades técnicas y de espacio para una posible configuración de tres a cuatro amplificadores, según diseño del fabricante, para operar en el modo de doble polarización.

4.- Tomando en consideración el punto anterior, deberá proveer se las guías de onda necesarias, entre los amplificadores de recepción y el divisor de H.F.

5.- El diseño de los amplificadores de recepción deberá ser tal, que durante períodos por lo menos de dos años, no sea necesario efectuar ajustes de cualquier índole.

6.- Para casos de interrupción de energía por cualquier causa, - los amplificadores receptores deben restablecerse automáticamente después de que la energía se ha restablecido y su diseño será tal, que no sufrirá daño alguno.

7.- Los amplificadores receptores deberán disponer de facilidad adicional de control y monitoreo remoto.

8.- El ajuste del receptor debe efectuarse en el menor tiempo posible, con el mínimo número de controles.

Divisor de Frecuencia.

El divisor de frecuencia tiene la finalidad de distribuir la señal procedente del receptor de bajo ruido en tantas salidas como sean necesarias, para alimentar a las cadenas descendentes de equipo de comunicación terrestre.

- 1).- El diseño deberá proveer salidas adicionales para un futuro incremento en las rutas descendentes del equipo de comunicación terrestre.
- 2).- Se requiera prever puntos de monitoreo de la señal de R.F. a la entrada del divisor.
- 3).- Las siguientes especificaciones técnicas deben satisfacerse:

- Ancho de banda	500 MHz
- Frecuencias de operación.	3700-4200 Mhz. dentro de 1 dB.
- Impedancia de entrada.	50 Ohms.
- Co salida.	No mayor que 1.2 en la banda de 3700-4200 Ghz.
- Aislamiento	El aislamiento entre cualquier par de salidas deberá ser de 40 dB o mayor.

Cadenas Descendentes.

Las cadenas descendentes están básicamente constituidas por el convertidor descendente, el desacoplador y la unidad de banda base.

Reciben las señales de R.F. procedentes de civisor para convertirlas a una frecuencia intermedia y posteriormente a banda base.

Las cadenas descendentes deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- 1).- Altamente confiable en su funcionamiento de tal forma, que el conjunto de la Estación Terrena cumple con una disponibilidad de 99.50% o mayor.
- 2).- De fácil operación y mantenimiento.
- 3).- Las dimensiones del equipo deben ser tales, que la instalación global se ajuste a la superficie disponible y que permita a la vez realizar cómodamente pruebas y mantenimiento. Debe preverse espacio para ampliaciones futuras y permitir el movimiento del personal entre bastidores.
- 4).- Los módulos que constituyen los equipos de las cadenas descendentes, deberán ser fácilmente intercambiables.
- 5).- Los parámetros de operación de una cadena, deberán ser fáciles y rápidamente modificados para cualquier frecuencia de recepción, ancho de banda de F.I. y capacidad de canales.
- 6).- La cadena debe disponer de facilidades para el monitoreo de los fundamentales de operación de la propia cadena, señales de control o indicación del estado de operación. Debe proveer también, facilidad para el envío a un lugar remoto de la

indicación del estado de operación o especialmente las del ruido fuera de banda, nivel de R.F.

- 7).- La cadena descendente correspondiente a la señal de video, deberá ser redundante.
- 8).- Deberá proveer una ruta descendente adicional, la cual se usaría para el establecimiento de un enlace adicional, no incluido en los planes operativos actuales o en su defecto, para que pueda servir como cadena ocasional de recepción. - Esta cadena adicional deberá contar con la protección necesaria y tener flexibilidad de modificar su frecuencia, capacidad y ancho de banda.
- 9).- El diseño del sistema que forman todas las cadenas de recepción, deberá ser tal, que se cumpla con una disponibilidad del 99.99% o mayor.
- 10).- En las cadenas de recepción deberán incluirse demoduladores de extensión de umbral, capaces de modular desde 12 - hasta 972 canales o señal de televisión.
- 11).- Las cadenas de recepción dedicadas a televisión, deberán ser capaces de procesar las normas 525/60 y 625/60.
- 12).- Las cadenas descendentes deberán contar con facilidades para conectar un oscilador local auxiliar externo, en sustitución del propio de la cadena.

13).- Los requerimientos de alimentación de energía eléctrica para las cadenas, estarán sujetos al diseño global del sistema de energía.

14).- Las condiciones ambientales a las cuales estará sometido el conjunto de equipos que constituyen las cadenas descendentes son:

- Temperatura 0 - 40°C
- Altura sobre el nivel 50 metros.
del mar.

Aquellos diseños que incluyan enfriamientos por medio de aire forzado, deberán considerar seriamente el efecto de la altura en la eficiencia de los enfriadores.

15).- Las siguientes especificaciones técnicas deberán satisfacerse:

- Señal de entrada R.F. Señal F.M. de 3700-4200 Mhz.
- Impedancia de entrada 50 Ohms.
- Pérdidas de retorno 20 dB mínimo en toda la banda de 3700 a 4200 Mhz.
- Frecuencia Intermedia:
 - Frecuencia 70 Mhz.
 - Impedancia 75 Ohms.
- Nivel de la señal a la salida de la unidad de banda base.
 - Telefonía -23 dB/canal
 - Televisión 1 Volt-cresta a cresta.

- Impedancia de salida de
la unidad de banda base 75 Ohms.

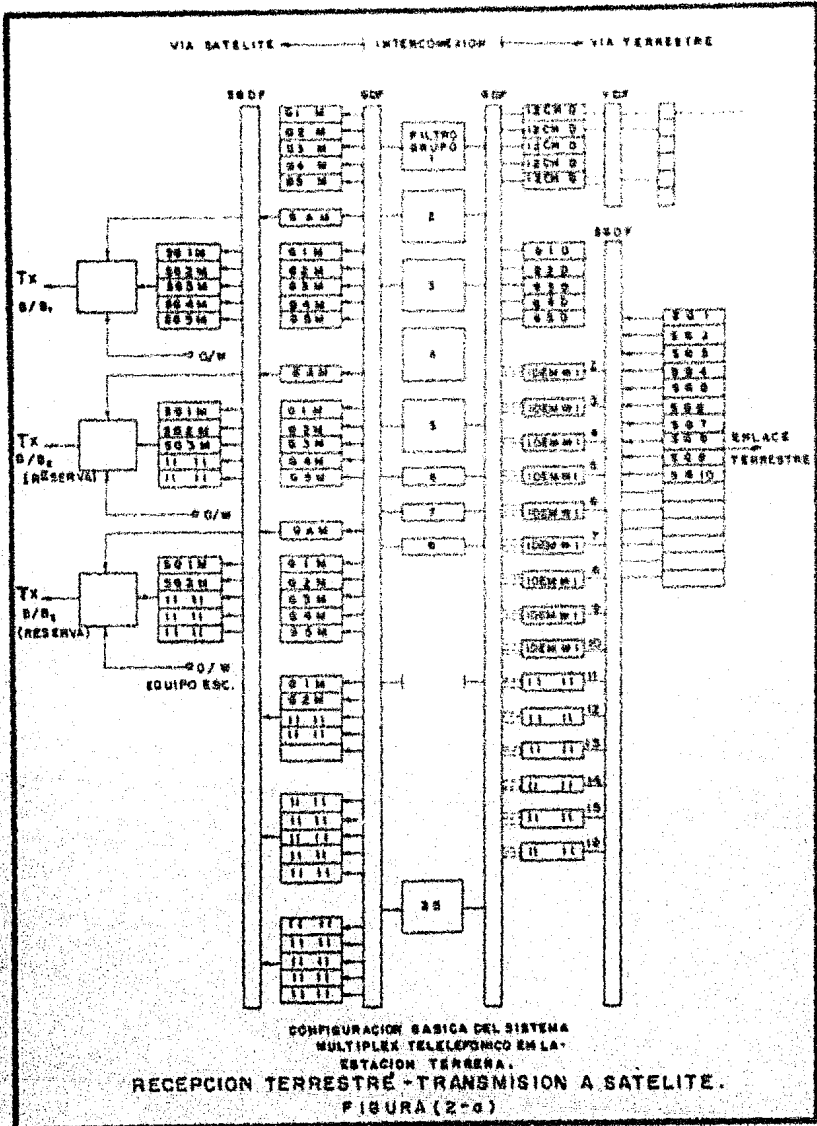
2.5.- SISTEMA DE MULTIPLEXAJE TELEFÓNICO.

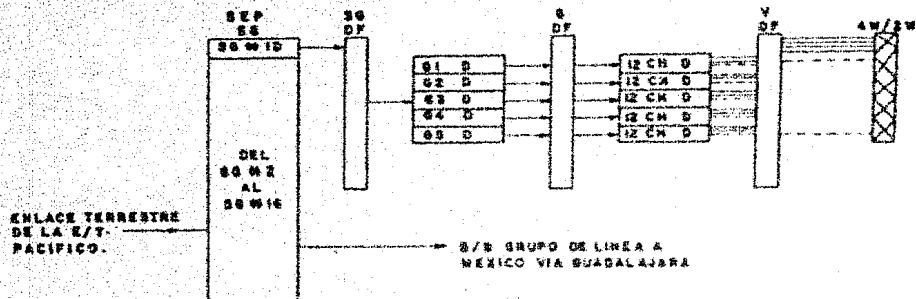
El sistema de multiplexaje telefónico en una Estación Terrena, tiene como finalidad interconectar la banda base telefónica, con el equipo de enlace terrestre y las unidades de banda base, permitiendo además, reconfigurar las señales telefónicas en los sentidos de transmisión y recepción.

En las figuras 2a y 2b se indica la configuración del sistema múltiplex a la transmisión y recepción de satélite, así como a la transmisión y recepción con la ciudad de Hermosillo.

Las figuras 2c y 2d muestran la configuración de banda a la transmisión de satélite para portadoras Intelsat de 132 y 24 canales. El sistema de multiplexaje deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- 1.- Altamente confiable de tal forma, que el conjunto de la Estación Terrena cumpla con una disponibilidad de 99.99% o mayor.
- 2.- De fácil operación y mantenimiento.
- 3.- Los equipos deberán contar con señalización de alarmas - audibles y luminosas, con opción de bloqueo de la señal sonora.
- 4.- El equipo de multiplexaje deberá estar constituido de unidades modulares de tipo enchufable.





CONFIGURACION DEL MULTIPLEX TELFONICO.

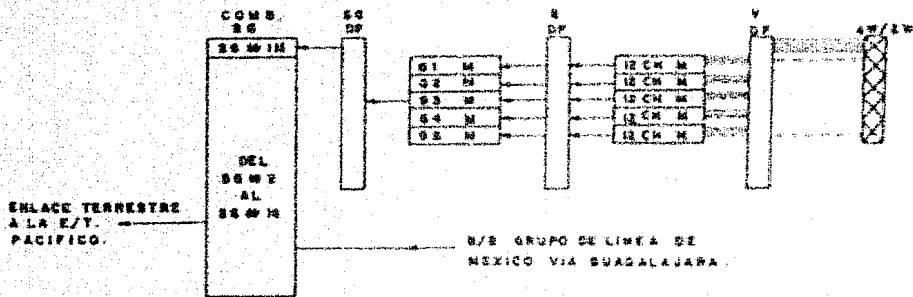


FIGURA (2-b)

- 5.- Las interconexiones en el equipo de multiplexaje, deberán ser de preferencia del tipo no-soldadura.
- 6.- La interconexión entre el equipo de multiplexaje destinado al enlace terrestre y el equipo de multiplexaje de satélite, será a nivel de grupo básico tipo "B" y en los casos que se requiera a nivel de canal de voz.
- 7.- El equipo de multiplexaje de traslación a canal de voz deberá considerar dos grupos para los servicios domésticos entre ciudad de México, ciudad de Hermosillo y Estación - Terrana, mismo que incluye telefonía y telegrafía; además, se deberá considerar un grupo básico para los servicios - con los países que se surten vía S.C.P.C.
- 8.- El equipo de traslación de grupos deberá formar supergrupos básicos a partir de grupos básicos tipo "B" y viceversa.
- 9.- Los moduladores de grupo A, deberán aceptar grupos básicos tipo B.
- 10.- Los demoduladores de grupo A, deberán entregar grupos básicos tipo "B".
- 11.- La configuración del sistema de multiplexaje deberá proveer la posibilidad de modular y demodular, 60 canales telefónicos provenientes y con destino a la ciudad de Hermosillo y México, Distrito Federal.
- 12.- El sistema de multiplexaje deberá ser capaz de recibir el número de bandas bases requeridas más dos de reserva.
- 13.- El sistema de multiplexaje deberá ser capaz de transmitir el número de bandas bases requeridas más dos de reserva.

14.- La capacidad máxima disponible para cada una de las cadenas de demultiplexaje de cada banda base recibida será de 312 canales, constituidas por grupos "A" y SG1 hasta el SG5. Las unidades de traslación de grupo deberán ser 15 sistemas y cada uno contará de 71 hasta 85. Inicialmente la capacidad disponible tendrá que estar instalada de tal forma, de tal forma, que la cantidad de equipo instalado será como sigue:

<u>DEMODULACION</u> <u>DE SUPER GRUPOS</u>	CANTIDAD
SG 1	12
SG 2	12
SG 3	6
SG 4	3
SG 5	2
<u>DEMODULACION</u> <u>DE GRUPOS</u>	CANTIDAD
GA	6
G 1	13
G 2	10
G 3	10
G 4	10
G 5	10

15.- La capacidad máxima disponible para cada una de las cadenas de multiplexaje de cada una de las bandas bases transmitidas será de 312 canales, constituidas por grupo "A" y del supergrupo 1 al 5. Las unidades de traslación del -

grupo deberán ser 7 sistemas y cada uno contará del G 1 hasta el G 5. No necesariamente la capacidad disponible tendrá que estar instalada inicialmente, de tal forma, - que la capacidad de equipo instalado será como sigue:

<u>MODULACION DE SUPER GRUPOS</u>	<u>CANTIDAD</u>
SG 1	3
SG 2	3
SG 3	2
SG 4	1

<u>MODULACION DE GRUPO</u>	<u>CANTIDAD</u>
GA	3
G 1	5
G 2	5
G 3	4
G 4	4
G 5	4

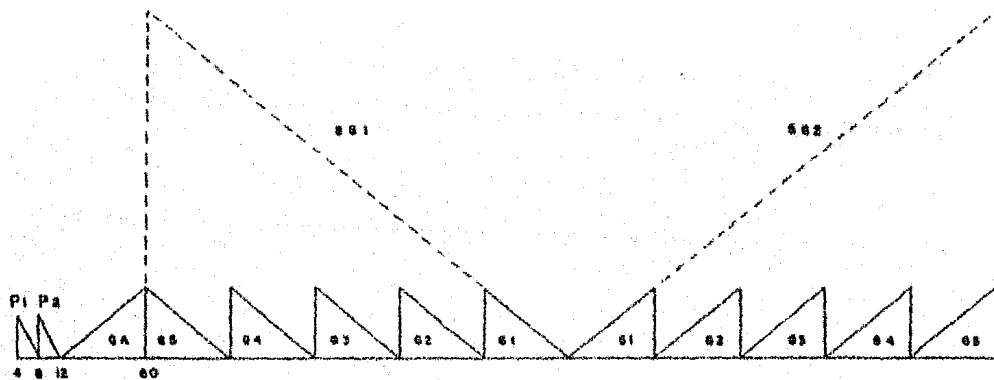
16.- El equipo de multiplexaje de traslación de grupo destinado al enlace terrestre, deberá estar constituido por 10 - sistemas de traslación de grupo, completamente equipados en los sentidos de transmisión y recepción.

17.- En el caso de que el diseño del sistema de multiplexaje - requiera de la existencia de filtros de grupo destinados a interconectar el sistema de enlace de satélite, deberá proveerse una cantidad de 50 unidades.

18.- Se deberá contar con la facilidad de que cada señal de -

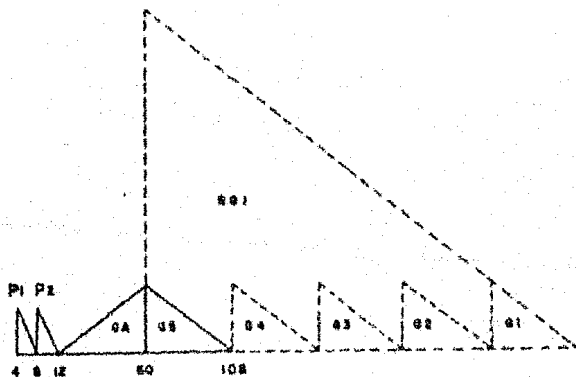
banda base a la recepción de satélite, se divide en tres fases o más proporcional, una para los canales de servicio, otra para la derivación del grupo "A" y otra para la demodulación de los supergrupos.

- 19.- Se deberá contar con la facilidad de integrar la banda base de transmisión hacia satélite, combinando los canales de servicio, el grupo "A" y los supergrupos, además de proporcionar algún medio que permita la inserción del piloto de 50Khz.
- 20.- Es recomendable que la inserción de piloto de supergrupo sea factible de realizarse en los traslados de grupo.
- 21.- Se deberá proveer el equipo necesario para que en cada banda base recibida, procedente de satélite, sea posible la extracción y demodulación hasta frecuencia de voz de los dos canales de servicio de 4 a 8 KHz (P_1) y 8 a 12 KHz (P_2) en cada una de las 12 — bandas bases proyectadas.
- 22.- Para cada una de las 3 bandas bases de transmisión hacia satélite, se deberá proveer el equipo necesario para la incorporación de los 2 canales de servicio (P_1 y P_2) en el rango de frecuencia de 4 a 8 KHz y 8 a 12 KHz, respectivamente.



BANDA BASE DE LA ESTACION TERRENA DEL -
 PACIFICO A LA TRANSMISION.
 CAPACIDAD 132 CANALES.

FIGURA (2-0)



BANDA BASE DE LA ESTACION TERRENA -
 DEL PACIFICO A LA TRANSMISION.
 CAPACIDAD 24 CANALES.

FIGURA (2 - d)

BANCA BASE DE LA ESTACION TERRENA DEL PACIFICO

TP - 1 132 CANALES DE TRANSMISION

<u>DESTINO</u>	<u>SG, G</u>	<u>No. DE CANALES</u>
1.- Filipinas	GA	4 + 2 R
2.- Corea	GA	4 + 2 R
3.- Japon	SG1, G1, G2, G3, G4, G5	45 + 18 R
4.- China Taipei (Taiwan)	SG2, G1	3 + 3 R
5.- Tailandia	SG2, G1	3 + 3 R
6.- Singapur	SG2, G2	4 + 2 R
7.- Hong Kong	SG2, G2	4 + 2 R
8.- Indonesia	SG2, G3	4 + 2 R
9.- China-Peking	SG2, G3	2 + 1 R
10.- Malasia	SG2, G3	2 + 1 R
	SG2, G4	12 R
	SG2, G5	12 R
		<hr/>
		75 + 57 = 132

Tp -2 24 CANALES DE TRANSMISION

1.- Hawai	GA, G5	13 / 12 R
-----------	--------	-----------

CANALES SCPC TRANSMISION

1.- Australia	6
2.- Fidji	1
3.- Guam	2
4.- Nueva Zelandia	2
5.- Samoa Americana	1

2.6.- SISTEMA DE ALIMENTACION DE ENERGIA ELÉCTRICA.

El sistema de alimentación de energía eléctrica consiste de los equipos y partes necesarias para alimentar en forma continua, los equipos de comunicación que integran la Estación Terrena y está diseñado de tal forma, que para mantener la continuidad en la alimentación, hace uso de la fuente de energía pública comercial que en su ausencia es substituida por otra fuente generadora propia y por otra parte por un sistema de no interrupción durante la conmutación entre fuentes.

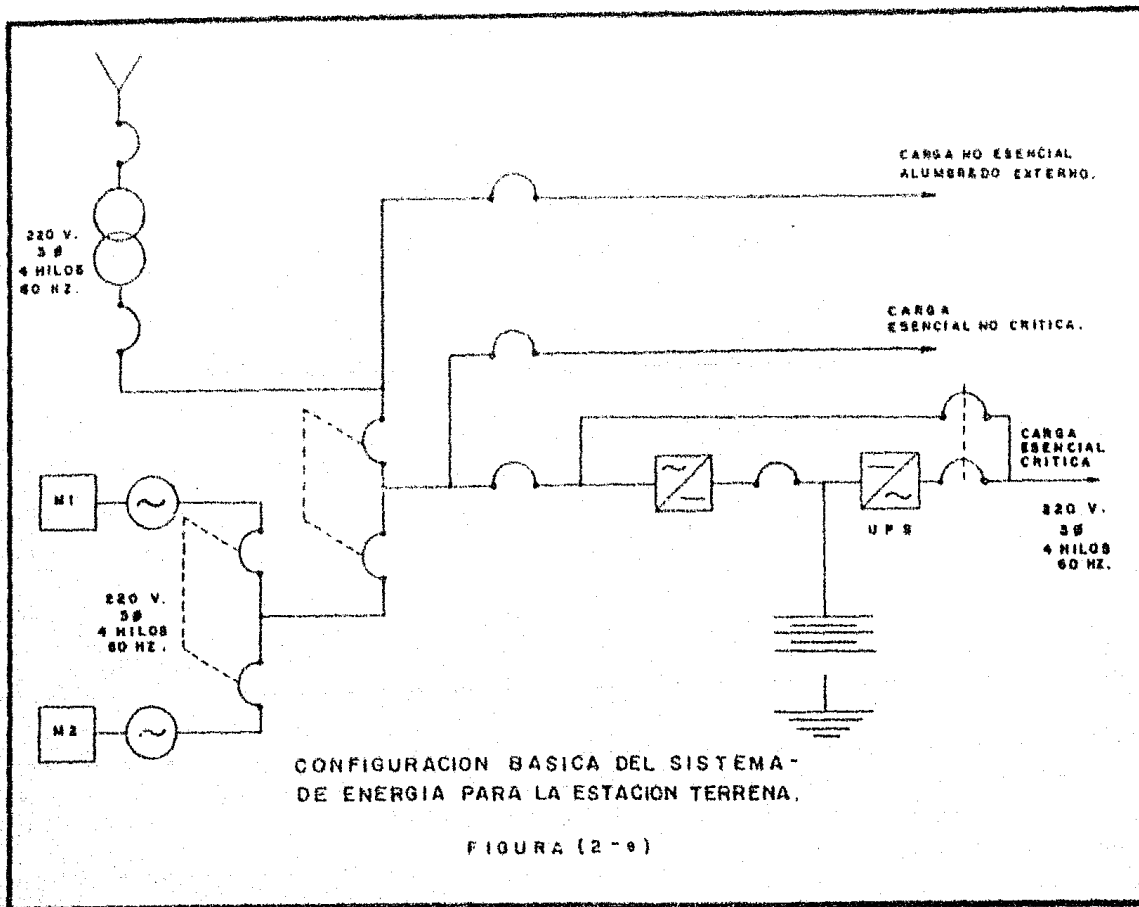
El sistema de alimentación de energía eléctrica deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- 1.- Altamente confiable de tal forma, que el conjunto de la Estación Terrena cumpla con una disponibilidad de 99.96% o mayor.
- 2.- De fácil operación y mantenimiento.
- 3.- Altamente eficiente en los pasos de conversión y almacenamiento de energía.
- 4.- El sistema de alimentación de energía eléctrica para la Estación Terrena del pacífico, deberá ubicarse en un edificio independiente del resto de las instalaciones, a fin de quitar el ruido y daño por vibraciones mecánicas.
- 5.- Para el diseño deberá tomarse en consideración que la energía primaria es de 220 volts/60Hz, tres fases, cuatro hilos.

- 6.- Deberá considerarse en el diseño que la carga esencial crítica, no deberá sufrir interrupciones de suministro por ninguna causa.
- 7.- Deberá incluirse el sistema de control para arranque automático en caso de falla de la energía pública comercial.
- 8.- Deberán suministrarse dos máquinas motogeneradoras, cuya capacidad sea suficiente para soportar la carga esencial constituida por los sistemas de comunicación y equipos de aire acondicionado. Las características de ambas plantas motogeneradoras, deberán ser idénticas en capacidad y especificaciones técnicas.
- 9.- La carga correspondiente a los edificios que incluyen aire acondicionado es de 200 volts trifásica, 4 hilos.
- 10.- El sistema de no interrupción que alimentan a la carga esencial será del tipo estático y estará compuesto básicamente por un rectificador, un inversor, un banco de baterías y un interruptor estático.
- 11.- La marca y tipo de los motogeneradores seleccionados, serán tales, que las refacciones y los servicios de mantenimiento puedan ser adquiridos en México, los dos motogeneradores serán de las mismas características, tipo y marca.
- 12.- La capacidad del banco de baterías será calculada en base a un tiempo de independencia de 10 minutos a plena carga.

- 13.- El sistema de no interrupción deberá contener un interruptor de tipo estática, cuya función principal será transferir la carga a la energía comercial cuando se produzca una falla en el inversor o cuando la demanda instantánea de la carga sea superior a la del inversor, en cuyo caso también tendrá la función de regresar automáticamente la carga al inversor, después de que se normalice la demanda de la carga. El tiempo de operación del interruptor estático será una fracción de ciclo de tal forma, que no afecte la continuidad del servicio.
- 14.- Deberá ser suministrado un tanque de almacenamiento de diesel con capacidad de 10000 litros, y con facilidades para observar visualmente al contenido de dicho tanque y además se dispondrá de un sistema de alarma que emita una señalización en forma remota, cuando el nivel de combustible garantice un tiempo de operación no mayor de 72 horas de trabajo continuo.
- 15.- En los casos de falla de la energía eléctrica comercial, - el arranque de los motogeneradores No. 1 ó No. 2 y la - - transferencia de cargas desde la línea comercial, se deberá realizar en forma automática. Después del tiempo de supervisión de los parámetros de la línea comercial, el paro de los motogeneradores y el retorno de las cargas serán - también en forma automática.
- 16.- Antes de retornar las cargas a la energía pública comercial, deberá existir un dispositivo que permita supervisar la estabilidad de los parámetros de la línea comercial, durante un período de hasta 20 minutos, ajustable manualmente.

- 17.- Con objeto de evitar el arranque innecesario de los moto generadores, cuando ocurran variaciones instantáneas de los parámetros de la línea comercial, se deberá proveer un dispositivo de retardo de tiempo.
- 18.- Las máquinas diesel contarán con los interruptores de seguridad contra presión de aceite anormal, temperatura - elevada de aceite y sobre velocidad entre otros.
- 19.- Se considerará una condición anormal en los parámetros de la energía eléctrica comercial, cuando los valores de vol taje excedan un 10% y el de frecuencia un 5%.



2.7. EQUIPO DE SUPERVISION Y CONTROL.

El equipo de supervisión es una facilidad que tiene como principal objetivo, permitir el conocimiento inmediato del estado que guardan los equipos que integran la Estación Terrena, además, almacenar la información relativa a los principales parámetros de las señales transmitidas y recibidas.

El equipo de supervisión deberá cumplir entre otras, con las siguientes características:

- 1.- Altamente confiable y eficiente.
- 2.- Señalización visual y audible.
- 3.- Tamaño reducido.
- 4.- Bajo consumo de energía.
- 5.- La información será proporcionada por medidores analógicos y/o digitales de alta resolución.
- 6.- La información deberá ser de fácil y rápida interpretación.
- 7.- El aumento de su capacidad será de fácil realización.
- 8.- Al cambiar los parámetros de transmisión y/o de recepción, se deberá señalar en forma audible y visual.
- 9.- La conmutación de un sistema a otro podrá realizarse en forma remota y manual.
- 10.- Durante el tiempo en el cual ocurra una falla, deberá informar continuamente, hasta que ésta sea corregida.

- 11.- Los parámetros de las portadoras transmitidas, deberán ser rigurosamente supervisadas, señalizando cualquier variación fuera de los límites.
- 12.- El sistema que sea propuesto tendrá una capacidad tal, que permita manejar todas las funciones de la Estación Terrena. En caso de existir una propuesta de un sistema de supervisión totalmente automática, se deberá considerar como una opción, indicando claramente sus ventajas.
- 13.- Se deberá proveer de refacciones suficientes, para un tiempo no menor de tres años.

Estación Meteorológica:

La Estación Meteorológica es una facilidad que permite conocer las condiciones climatológicas que prevalecen en el lugar donde se encuentra ubicada la Estación Terrena.

Los requisitos que debe reunir la Estación Meteorológica son:

- 1.- Deberá medir y registrar los siguientes parámetros:
 - a).- Velocidad y dirección del viento.
 - b).- Humedad relativa.
 - c).- Temperatura ambiente.
 - d).- Precipitación pluvial.
 - e).- Presión atmosférica.
- 2.- Altamente confiable, compacto y versátil.
- 3.- Las lecturas deben ser de fácil interpretación.

- 4.- Deberá proveer alarma audible y luminosa cuando la velocidad del viento y la precipitación pluvial exceda el límite pres-
tablecido.
- 5.- Deberá contar con facilidades para alimentar los datos de ve-
locidad del viento y precipitación pluvial a un sistema de -
adquisición de datos.
- 6.- Se incluirá una dotación de partes y materiales para una ope-
ración continua de 3 años.

Equipo de Intercomunicación.

Se requiera de un sistema de intercomunicación para uso interno
dentro de las instalaciones.

Los requisitos generales son:

- 1.- 10 troncales.
- 2.- 30 aparatos telefónicos.
- 3.- Acceso desde cualquier número de abonado a un amplificador,
cuya salida se distribuirá a 20 bocinas, colocadas dentro de
las instalaciones.
- 4.- Un amplificador para distribuir música en las instalaciones
y que atenuará la música cuando recibe señal de equipo de in-
tercomunicación. Se le podrán conectar hasta 20 bocinas.
- 5.- 16 Bocinas para interiores y cuatro bocinas para exteriores.
- 6.- De fabricación nacional.

CAPITULO (3)

SEGMENTO ESPACIAL

SECTORIO ESPACIAL

3.1. ENLACE DEL SATELITE.

Lo mismo que las Estaciones Repetidoras de Microondas, con antenas sobre torres a las orillas de las ciudades, un satélite recibe señales de radio en una banda de frecuencia dada, la cambia y la transmite. Las señales de radio son de grande ancho de banda (una gran cantidad de frecuencias). Y esta es importante porque la capacidad de la portadora de información de una señal es proporcional a su ancho de banda.

Muchos satélites usan la misma frecuencia que usan las repetidoras de microondas. Algunos tienen antenas de tamaño similar, aunque muchas antenas de satélite son pequeñas. La principal diferencia es que, la distancia entre repetidoras de microondas en tierra es de 30 millas (48 Km.), y la distancia de un satélite de comunicación a una Estación Terrena, es de 26,000 millas (40,000 Km.) La potencia de una señal de radio, disminuye proporcionalmente al cuadrado de la distancia que viaja, de esta modo, la señal es muy débil por el tiempo de ida de la tierra al satélite. Mucho de lo concerniente en las comunicaciones del espacio, es dominar los efectos de las grandes pérdidas en la potencia de la señal.

3.2. RETARDO DE PROPAGACION.

Una desventaja de la transmisión por satélite es, que ocurren

Retardos de la señal porque tienen que viajar distancias grandes en el espacio y regresar. El tiempo de propagación de la señal es de 270 ms. y varía muy poco, de acuerdo a la localización de la Estación Terrestre.

El tiempo de retardo de una señal llamada telefónica vía satélite de ida y retorno es de 540 m/s.

El efecto de este retardo ha tenido muchas reclamaciones por organizaciones que operan con enlaces de larga distancia. El ruido es frecuentemente escuchado, ya que el retardo es psicológicamente perjudicial en conversaciones telefónicas.

3.3. TRANSPONDERS.

El satélite deberá usar diferentes frecuencias para recepción y transmisión; de otra manera, la potencia de la señal transmitida sería interferida con la señal débil de retorno.

El equipo que recibe una señal, la amplifica, cambia su frecuencia y la retransmite recibe el nombre de transponder.

Las frecuencias usadas en un enlace de satélite son tales como 4/6 Ghz, 12/14 Ghz, 20/30 Ghz. El primer número de cada caso se refiere a la frecuencia del enlace de bajada y el segundo número se refiere a la frecuencia en el enlace de subida.

3.4. ANTENAS DE LOS SATELITES.

Excepto en los primeros satélites, las antenas de los satélites son parecidas a las antenas direccionales de microondas. La tierra subtende un ángulo de 17.34° al satélite y la antena de la Tierra distribuye la energía transmitida sobre este ángulo.

Muchas antenas de satélites cubren un ángulo pequeño dirigiendo la señal a una parte de la tierra. El Intelsat IV lleva dos antenas que cubren la tierra y dos antenas que cubren un ángulo pequeño de 4.3° .

Un satélite doméstico diseñado para un país tal como Canadá o Brasil, requiere una antena que enfoque a ese país.

La forma del reflector de una antena es tal, que la señal cubra la tierra, una ciudad o una área determinada. Un satélite japonés, por ejemplo, dirige sus señales a sus islas.

Las antenas de gran direccionalidad que cubren pequeñas porciones de la tierra, son también usadas, éstas son grandes en diámetro.

3.5. ALTITUD Y CONTROL DEL SATELITE.

Para mantener las antenas del satélite apuntando a una determinada parte de la tierra, el satélite debe estar estabilizado de

tal forma, que no oculte; un satélite pueda girar alrededor de sus 3 ejes sin moverse de su posición orbital. Los 3 movimientos son conocidos como desviación, lanzamiento y giro.

La estabilización de un satélite puede ser tridimensional tal, que la desviación, lanzamiento o giro sea insignificante.

Un satélite cilíndrico puede girar alrededor del eje del cilindro, y el eje del cilindro puede ser alineado con la tierra.

Un satélite gira a $100 \frac{\text{Rov}}{\text{min}}$ y tiene fijo su eje a $\pm 0.1^\circ$.

3.6 RUJCC.

Una característica de las comunicaciones en el espacio, son - las grandes pérdidas de la señal, sin embargo, la señal puede ser - amplificada para compensar las pérdidas; por esta razón las pérdidas llegan a ser mínimas en el enlace.

La siguiente ecuación nos relaciona la capacidad de la portadora de información del enlace.

$$S = W \log_2 \left(\frac{n}{\frac{P_r}{P_n} + 1} \right)$$

Donde S = Capacidad de la portadora de información (bits)

W = Ancho de banda

P_r = Potencia de la señal recibida

P_n = Potencia del ruido

El ancho de banda W de un enlace, puede ser fijado por la distribución de la frecuencia.

Al usar un ancho de banda eficiente, la relación $\frac{P}{n}$ no debe ser pequeño.

Temperatura de Ruido.

La potencia del ruido es generalmente usado en términos de su temperatura de ruido. Si el equipo electrónico es perfectamente aislado de interferencias externas, así el ruido sería originado por el movimiento casual de electrones. Esto es llamado ruido térmico y todo el equipo electrónico lo sufre.

A temperaturas más altas, los electrones se mueven más rápido y por lo tanto, la energía del ruido térmico es más alta.

La energía del ruido térmico afecta un determinado rango de frecuencias, es proporcional a la temperatura absoluta y al ancho de banda de frecuencias en cuestión.

$$\frac{P}{n} = KT$$

Donde $\frac{P}{n}$ = Potencia del ruido en watts

K = Constante de Boltzman

$$= 1.38 \times 10^{-23} \frac{\text{Watt} \times \text{seg}}{^{\circ}\text{K}}$$

T = Temperatura ($^{\circ}\text{K}$)

W = Ancho de banda (Hz)

Si el ruido térmico fuera lo único que afectara la señal, la capacidad de la portadora de información sería:

$$C = \frac{P}{N} \log_2 \left(\frac{P}{KT\Delta f} + 1 \right)$$

En realidad hay muchas otras formas de ruido, pero es conveniente referirlos con la misma ecuación, así una temperatura imaginaria es llamada temperatura de ruido.

La temperatura de ruido es la temperatura que se produce con la misma potencia sobre un mismo rango de frecuencias.

Densidad de Ruido.

El término densidad de ruido es referido al ruido por hertz del ancho de banda.

$$\text{Densidad de Ruido} = \frac{P_n}{B} = kT$$

Relación Portadora a Ruido.

Una relación generalmente usada para verificar el estado de la calidad de un canal de satélite es:

$$\frac{\text{Potencia de la Portadora Recibida}}{\text{Densidad de Ruido}} = \frac{P}{\frac{P_n}{B}} = \frac{P}{kT}$$

La potencia de la portadora es generalmente abreviada con la letra C . La relación es referida como $\frac{C}{KT}$ y se le llama relación portadora a ruido. La relación portadora a ruido relaciona la cantidad de información que se pueda transmitir tal como se muestra en la Ley de Shannon.

$$B = K \log_2 \left(\frac{C}{KT} + 1 \right)$$

Las principales fuentes externas de ruido en un radiocanal son: El sol, la luna, la tierra, ruido galáctico, ruido cósmico, ruido del cielo, ruido atmosférico, ruido producido por el hombre.

Estas fuentes de ruido difieren en su intensidad, frecuencia y colocación en el espacio.

Si la antena de un satélite apunta hacia el sol, la señal será débil, debido a la temperatura de ruido del sol que es de 100,000°K o más. El ruido del sol varía con la actividad solar, tal como se muestra en la figura (3-a). La temperatura de ruido del cielo es cerca de 30°K.

La temperatura de ruido de la tierra vista desde el espacio, es aproximadamente de 254°K.

El ruido galáctico se refiere al ruido de las estrellas en la galaxia. Este ruido baja rápidamente a altas frecuencias y afecta muy poco en la transmisión.

TEMPERATURA DE RUIDO DEL SOL °K

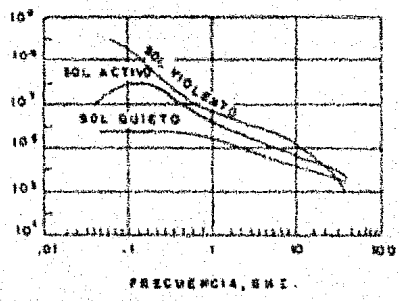
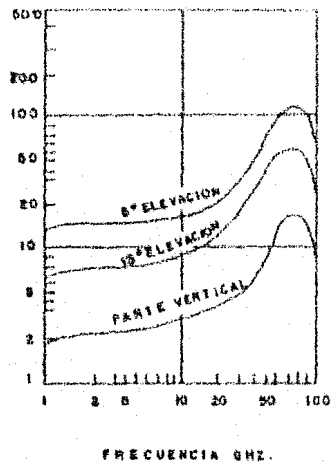
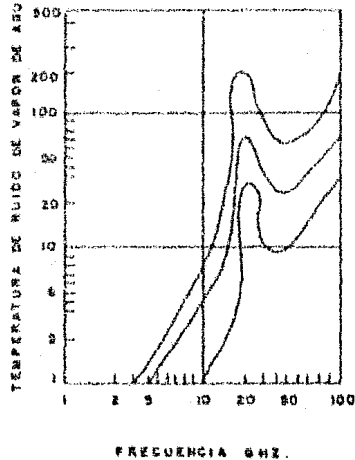


FIGURA (3-a) RUIDO SOLAR.

TEMPERATURA DE RUIDO DE OXIGENO ATMOSFERICO °E



TEMPERATURA DE RUIDO DE VAPOR DE AGUA °E



RUIDO ORIGINADO POR MOLECULAS DE OXIGENO Y VAPOR DE AGUA EN LA ATMOSFERA .

FIGURA (3-b)

Ruido Cósmico.

Este es otro ruido referido al espacio y también afecta muy poco.

Ruido Atmosférico.

Se origina principalmente por el oxígeno, y las moléculas del vapor de agua que absorben la radiación atmosférica son altas. La Figura (3-b), muestra la temperatura de ruido del oxígeno y el vapor de agua.

Ruido producido por el Hombre.

Afecta en frecuencias muy bajas en la tierra, afecta poco a frecuencias de 1 GHz.

Figura de Mérito, S/T.

De la señal muy débil recibida, tanto por el satélite como por la Estación Terrena, es importante que la antena receptora como el equipo, introduzcan tan poco ruido como sea posible, para evitar pérdidas y ruido en líneas de conexión, la antena receptora y el equipo; la antena generalmente tiene un preamplificador. La eficiencia es normalmente usada como una relación de ganancia a temperatura de ruido y es llamada Figura de Mérito.

Figura de Mérito = $\frac{G}{T}$

Donde G - Ganancia de antena y preamplificador

T - Temperatura de ruido del sistema receptor.

3.7. FRECUENCIAS.

La mayoría de los satélites de comunicación actuales, utilizan un ancho de banda de 500 MHz. Los satélites comerciales usan la banda de 4/6 GHz, con un enlace de subida de 5.825 a 6.425 GHz y un enlace de bajada de 3.7 a 4.2 GHz.

Los satélites militares y del Gobierno en muchos países, usan la banda de 7/9 GHz, con 7.9 a 8.4 GHz de subida, a 7.75 de bajada.

Los satélites ahora, son diseñados para usar la banda de 11/14 GHz, usando de 14 a 14.5 GHz en la subida y 11.7 a 12.2 GHz de bajada; ó 10.95 a 11.2 GHz y 11.43 a 11.7 GHz de bajada.

3.8. INTERFERENCIAS DE MICROONDAS.

Hay sin embargo, un pequeño obstáculo al usar la banda de 4/6 GHz. Las mismas frecuencias son colocadas en el enlace terrestre de microondas y hay un serio problema de interferencia. Las grandes ciudades del mundo han llegado a estar altamente congestionadas de tráfico de frecuencias.

Hay cuatro tipos de interferencia teóricamente posibles:

- 1.- La transmisión de la Estación Terrena interfiere con el receptor del enlace terrestre.
- 2.- La transmisión del enlace terrestre interfiere con la recepción del satélite.
- 3.- La transmisión del satélite interfiere con la recepción del enlace terrestre.
- 4.- La transmisión del enlace terrestre recibida por el satélite.

El primero es por lo distante, el más grave. Una Estación Terrena debe transmitir una señal con mucha potencia, para compensar la distancia tan grande al satélite. La antena transmite un haz de alta direccionalidad hacia el satélite, sin embargo, algunas de las señales se pierden en otras direcciones y éstas pueden interferir con un receptor de microondas.

Por lo tanto, una Estación Terrena transmisora no debe estar cerca de una antena de microondas.

El segundo tipo de interferencia es el próximo más serio. Para evitarlo, una Estación Terrena no debe estar cerca de alguna Estación de microondas terrestre, porque una parte del haz terrestre se dirige a la antena de recepción.

Usando la banda de 4/6 GHz en las Estaciones Terrenas, es difi

cil que haya congestionamiento de microondas en muchas áreas urbanas. En las grandes ciudades, las Estaciones de microondas generalmente están 50 millas o más de lejos.

El problema de interferencia es uno de los factores más importantes en la selección de frecuencias para satélites.

3.9. SATELITES EN LA BANDA DE 12/14 GHz.

Muchos satélites en la próxima década, operarán en la banda de 12/14 GHz. El sistema de satélites GPS, es diseñado para trabajar con estas frecuencias, y en algunas países, los satélites de radiodifusión y televisión han sido diseñados para usar la banda de 12/14 GHz.

La banda de 12/14 GHz tiene una serie de ventajas y desventajas, con respecto a los satélites en la banda de 4/6 GHz.

Las ventajas de la banda de 12/14 GHz son las siguientes:

- 1.- La banda no es generalmente usada para enlaces terrestres (microondas), así, las antenas de una E/T en la banda de 12/14 GHz, pueden operar en centros de ciudades. En las partes superiores de los edificios.
- 2.- El ancho del haz de una antena de una E/T de cualquier tamaño, es menor que la mitad que la de los satélites en la banda de 4/6 GHz, por lo tanto, cerca del doble de satélites

ten serían usados sin interferencia, de esta forma se disminuye la congestión en la órbita ecuatorial.

Si un satélite en la banda de 12/14 GHz se usa para trabajar en el Continente de los Estados Unidos (no incluyendo Alaska), se ría colocada de tal forma, que la antena no necesitaría tener un ángulo de elevación de la E/T menor que 30° y la mayoría tendría un ángulo de elevación mayor de 30°.

3.10. PERDIDAS DE TRANSMISION.

Decibel.

La unidad normalmente usada para expresiones de atenuación y ganancia es el decibel, la cual es una unidad logarítmica.

El decibel fué la primera unidad usada como referencia para el sonido. Esto nos permite comprender, que al referirnos al sonido por una unidad logarítmica, es porque la respuesta del oído humano es proporcional del logaritmo de la energía del sonido; si un ruido suena dos veces tan grande como otro, esto no es de hecho dos veces la potencia, sino que es aproximadamente 2 dB.

La energía del sonido alcanzada por un oído humano en un ferrocarril subterráneo (metro), pueda ser 10,000 veces más grande que en una habitación.

El decibel es una relación de potencias, no es una unidad absoluta, pero es una unidad que se usa para comparar la potencia de dos señales. La relación señal a ruido S/R, es normalmente expresado por ejemplo en decibales.

Un decibel es igual a 10 veces el logaritmo (en base diez) de la relación de potencias:

$$\text{Número de decibales} = 10 \log_{10} \frac{P_1}{P_2}$$

Donde P_1 es la potencia más grande (normalmente) y P_2 es la potencia más pequeña.

La relación de voltajes y corrientes son también expresados en decibales.

$$\text{Número de decibales} = 20 \log_{10} \frac{I_1}{I_2} \quad \text{ó} \quad 20 \log_{10} \frac{V_1}{V_2}$$

El decibel es usado para expresar cada cantidad como ganancia en amplificadores, niveles de ruido, pérdidas en transmisión y también diferencias en intensidad de sonido.

Si suponemos una señal transmitida sobre una línea que se reduce en potencia en una relación de 20 a 1, y pasamos sobre otra línea que se reduce en una relación 7 a 1. La reducción total está en la relación 140 a 1. Expresando esto en decibales, la prim

ra reducción es $10 \log_{10} 20 = 13.01$ dB, la segunda reducción es $10 \log_{10} 7 = 8.45$ dB, la reducción total es la suma de las 2: 21.46 dB ($10 \log_{10} 140 = 21.46$ dB). Similamente, si encontramos que la pérdida de línea es de 2 dB por milla, entonces las pérdidas en una línea de 25 millas es de 50 dB; entonces necesitamos un amplificador de ganancia de 50 dB.

3.11 RADIACIÓN ISOTRÓPICA.

La apertura de una antena de recepción o transmisión, es considerada una línea discreta a través de la cual todas las señales - pasan. Si una antena de transmisión radia igual en todas direcciones, cada radiación sería referida como isotrópica.

3.12 GANANCIA DE ANTENA.

Las antenas usadas no radian igual en todas direcciones, pero son diseñadas para enfocar la radiación, una antena que radia igual en todas las direcciones (una antena isotrópica), tiene una ganancia igual a uno (1).

La ganancia de una antena de transmisión es igual a:

La potencia que recibe el receptor de la antena

La potencia que recibiría el receptor si la transmisión fuera isotrópica.

La ganancia es similarmente definida por la ecuación

$$G = \frac{4 \pi P}{P}$$

Donde: G = Ganancia de la antena de transmisión

P = Potencia total radiada

P_1 = Potencia de radiación en la dirección requerida.

Esto puede mostrar que la ganancia de una antena de transmisión es:

$$G = \frac{2 \pi A}{\lambda^2}$$

Donde: A_e = Área de apertura de la antena de transmisión,

λ = Longitud de onda de transmisión,

ϵ = Eficiencia de la apertura de la antena.

La eficiencia para antenas parabólicas es 0.55.

La longitud de onda de la radiación, es inversamente proporcional a la frecuencia.

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Donde c es la velocidad de la luz

La ganancia de antena es:

$$G = \frac{4 \pi A_e}{\left(\frac{c}{f}\right)^2} = \frac{4 \pi A_e f^2}{c^2}$$

$$G = \frac{4 \pi f^2 A_e}{c^2}$$

$$A_e = \pi r^2 = \frac{\pi D^2}{4}$$

La velocidad de la luz es $3 \times 10^8 \frac{m}{s}$ y la eficiencia (ϵ) es 0.55. Entonces la ganancia de antena es:

$$G = 6.031 \times 10^{-17} f^2 d^2$$

Donde f es la frecuencia en GHz y d es el diámetro de antena en metros.

Para un Satélite de Subida.

$$f = 6.175 \text{ GHz} = 6.175 \times 10^9 \text{ Hz}$$
$$G = 2299.62 d^2$$

Para una antena de 30 m, la ganancia es de acuerdo a la figura.

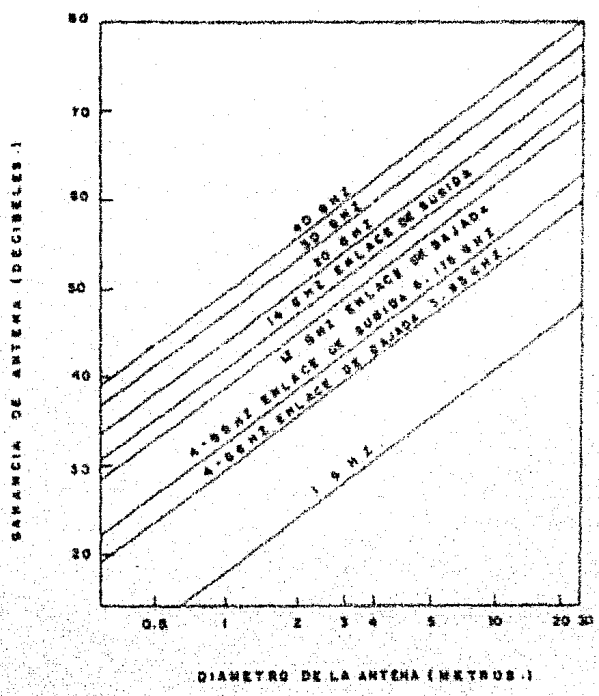
$$G = 2.08 \times 10^6 = 2080000 = 63.2 \text{ dB}$$

Para una antena de 1 m, la ganancia es:

$$G = 2299.62 = 33.5 \text{ dB}$$

Se ha visto que una ventaja de usar altas frecuencias es que las antenas pequeñas pueden dar la misma ganancia.

Si una antena de 20 metros se usa en las frecuencias de 4/6 GHz, una antena de 9 metros da la misma ganancia en la frecuencia de 12/14 GHz o una antena de 4 metros en las frecuencias de 20/30 GHz.



GANANCIA DE ANTENA EN DIFERENTES FRECUENCIAS. ANTENAS PEQUEÑAS PUEDEN SER USADAS CUANDO LAS FRECUENCIAS SON ALTAS.

FIGURA (3-c)

Ganancia en la Antena de Recepción.

$$\text{La ecuación } G = \frac{4\pi r^2 A_t}{\lambda^2}$$

También se usa para describir la ganancia en la antena de recepción. Una antena y un transmisor, ambos reciben la misma potencia. La ganancia es una medida de la direccionalidad de la antena.

3.13. PÉRDIDAS EN EL ESPACIO LIBRE.

Las pérdidas de potencia de una señal que se propaga en el espacio libre, se expresa como:

$$L_{FS} = \left(\frac{4\pi D}{\lambda} \right)^2 = \left(\frac{4\pi f D}{c} \right)^2$$

Donde: L_{FS} = Pérdida de potencia en el espacio libre

= Potencia recibida por una antena isotrópica

Potencia transmitida por una antena isotrópica.

f = Frecuencia

D = Distancia del trayecto

c = Velocidad de la luz

Pérdidas en el Enlace.

Para una antena receptora de ganancia (G), la potencia recibida será:

$$P_r = P_t \frac{A_r}{L_{r_e}}$$

Donde P_t es la potencia de transmisión.

$$P_r = P_t \times Z \frac{4\pi r^2 A_t}{D^2} \left(\frac{c}{d - fD} \right)^2$$

$$P_r = \frac{Z A_t}{2 \pi D^2} \times P_t$$

Absorción Atmosférica.

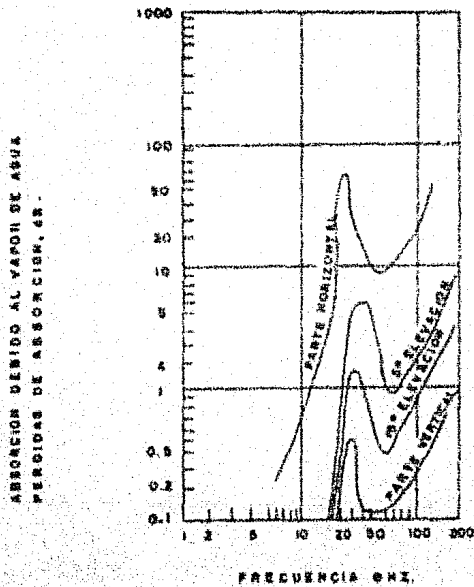
Aparte de las pérdidas del espacio, debido a las grandes distancias, la atmósfera de la tierra también origina pérdidas de propagación.

La absorción atmosférica es causada por 6 factores principales:

- 1.- Moléculas de oxígeno.
- 2.- Vapor de agua no condensada.
- 3.- Lluvia.
- 4.- Niebla y vapor.
- 5.- Nieve y granizo.
- 6.- Electrones libres en la atmósfera.

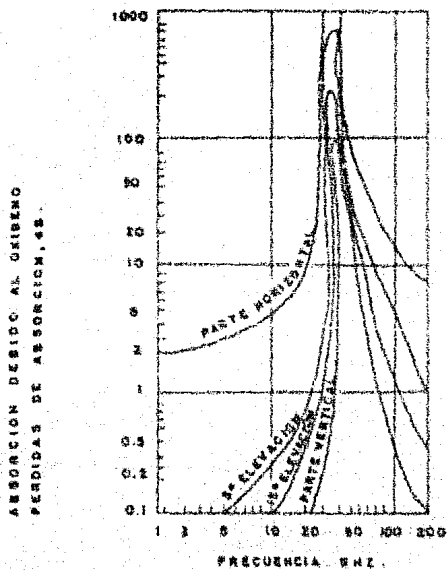
Los 2 primeros puntos son relativamente constantes, los 4 siguientes varían mucho con el tiempo y las condiciones atmosféricas.

Las Figuras 3e y 3f, muestran la absorción producida por el oxígeno y el vapor de agua.



ABSORCION EN LA ATMOSFERA PRODUCIDA POR-
 VAPOR DE H₂O NO CONDENSADA.

FIGURA (3-e)



ABSORCION EN LA ATMOSFERA CAUSADA
 POR SISTEMAS MOLECULARES.

FIGURA (3-1)

3.14. CONSTRUCCIÓN DEL SATELITE.

Subsistemas.

Para hacer la tarea de buscar señales, los satélites Geosíncronos necesitan los siguientes subsistemas:

- 1.- Un subsistema de antena para recibir y transmitir señales.
- 2.- Un subsistema de transponder conteniendo al equipo para - recibir las señales, amplificarlas, cambiar su frecuencia y retransmitirlas.
- 3.- Un subsistema de generación de energía para operar al satélite.
- 4.- Un subsistema de acondicionamiento de energía, para convertir la energía generada, en la forma requerida para el - equipo.
- 5.- Un subsistema de telemetría y comando, para transmitir datos acerca del satélite hacia la tierra y recibir datos de tierra.
- 6.- Un subsistema de empuje para hacer ajustes en la posición orbital del satélite y altitud.
- 7.- Un subsistema de estabilización para que las antenas del satélite apunten exactamente en la dirección correcta.

La Figura 3g ilustra estos subsistemas.

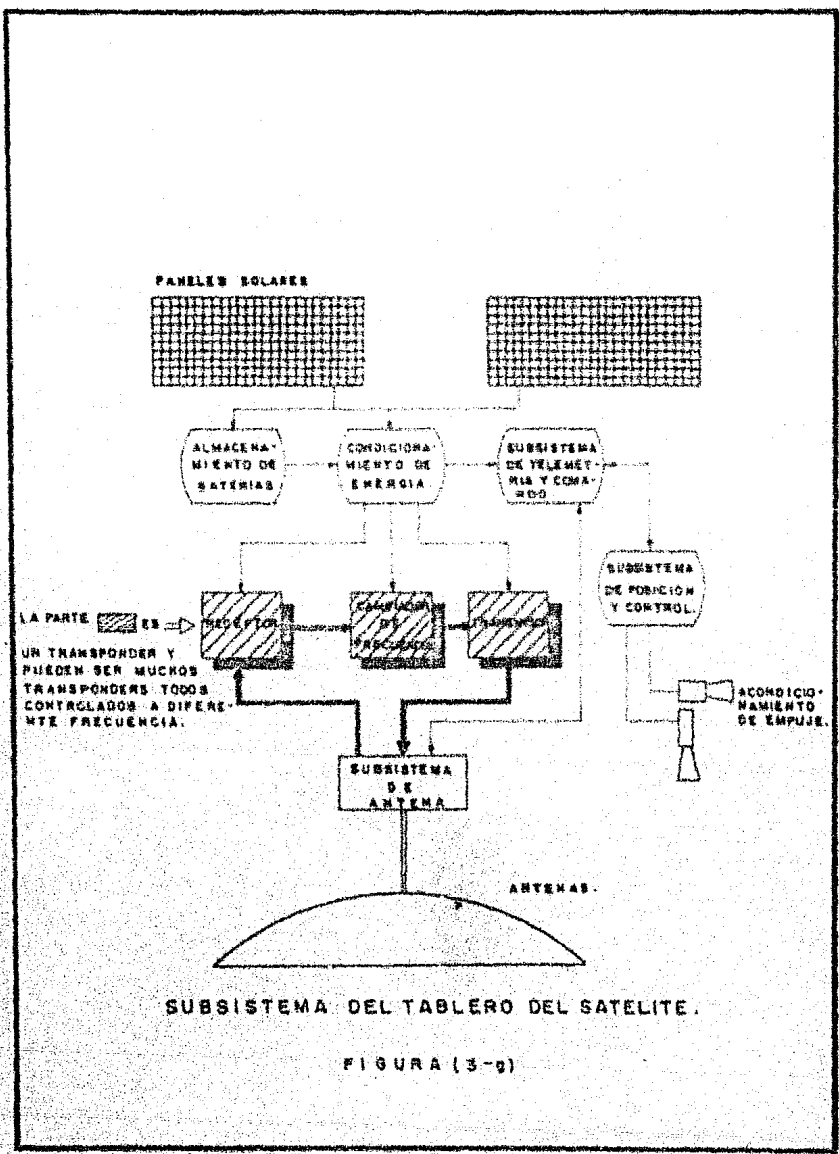


FIGURA (3-9)

Subsistema de Antenas.

Para ser eficiente una antena de microondas, debería ser diseñada para enfocar su señal a la distancia que transmite. En la mayoría de las antenas direccionales, la ganancia de la señal es más grande.

Las antenas del satélite con una alta ganancia significa que la mayoría de la información puede ser transmitida en una frecuencia dada, o que el costo de las Estaciones Terrestres puede ser bajo.

Las antenas de los primeros satélites Sondasorcos no eran muy direccionales, y la mayoría de las señales que transmitían eran de sechadas por radiaciones existentes en el vacío del espacio.

El satélite Intelsat III, fué el primero en tener sus antenas muy direccionales que cubrían toda la tierra, dirigiendo el haz a un ángulo subtendido por la tierra de 17.34° .

Ha crecido tanto el tráfico de Intelsat en las regiones de Norteamérica y Europa. El Intelsat IV fué diseñado con haz pincel para apuntar a esas dos porciones de la tierra, cada haz pincel cubre un ángulo de 4.5° .

La Figura 3h muestra los 3 tipos de antenas usadas en el Intelsat IV.

- 1.- Antena de 50 pulgadas de diámetro, cubriendo 4.5° por cada haz pencil, cada haz cubre justamente su área correspondiente.
- 2.- 2 antenas de transmisión y recepción cubren la tierra, y están en una posición fija.
- 3.- Una antena omnidireccional para comando de recepción del satélite y transmisión de datos de telemetría a la tierra.

El satélite es estabilizado por el giro del principal cuerpo a 100 Rev. Las antenas apuntan a la tierra, el subsistema Min de antena debe quedarse fijo mientras el cuerpo del satélite gira.

El reflector de la antena del satélite ATD-6, es mucho más grande que cualquier satélite comercial hasta la fecha, este se abre en el espacio como una enorme sombrilla.

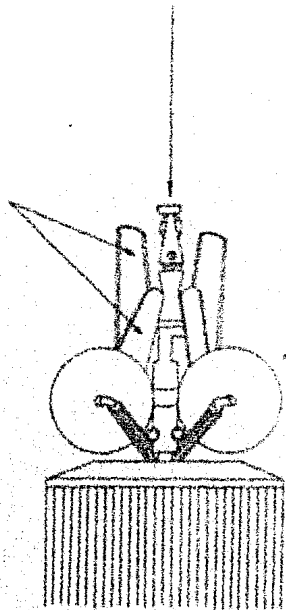
La estructura del soporte consiste de unas 5 pies de aluminio del cubo, del cual resalten 48 varillas como una sombrilla. Las varillas son cubiertas con un material flexible revestido de cobre.

La nave lleva una pequeña cámara de televisión para fotografiar el reflector en órbita, como para observar algún daño que pueda ocurrir.

ANTENA OMNIDIRECCIONAL PARA EL SISTEMA DE TELEMETRIA Y COMANDO PARA TRANSMITIR Y RECIBIR DATOS.

2 ANTENAS DE TRANSMISION Y RECEPCION COBREN 17° DE LA TIERRA.

ANTENAS DE 50 PULGADAS DE DIAMETRO CUBRIENDO 4.5° POR CADA HAZ PUNCEL.



LOS TRES TIPOS DE ANTENAS DEL-SATELITE INTELSAT IV

FIGURA (5-K)

Formación del Haz.

Una antena direccional de microondas usa un reflector para enfocar el haz, tal como los dos reflectores de los satélites Intelsat - IV.

La energía del transmisor es dirigida hacia el reflector por una antena de alimentación, generalmente por una pequeña antena. El reflector enfoca el haz por un cono estrecho, cuando el reflector recibe la energía de la señal y la dirige hacia la antena de alimentación.

En un sistema de satélites domésticos es necesario que el haz del satélite sea formado para el servicio apropiado del país. Esto es de especial importancia si el país tiene una forma irregular.

Polarización.

Cualquier radiación puede ser polarizada. Un haz de polarización vertical, puede ser transmitido junto con un haz de polarización horizontal de la misma frecuencia, y los dos pueden ser detectados y recibidos separadamente. Un filtro polarizado puede eliminar uno de los haces, justo como unas lentes de sol polarizadas que pueden cortar las reflexiones de la luz polarizada.

El satélite SATCOM RCA usa 24 transponders de 36 MHz; el satélite WESTAR y el ANIK usan 20 transponders de 36 MHz con el mismo ancho de banda. La razón es que el satélite RCA polariza el haz y -

también genera más energía con sus caldas solares.

El satélite Intelsat V reutiliza las mismas frecuencias (por diversidad de espacio), para la cobertura de su haz hemisférico y para la cobertura de su haz de zona, que dirige áreas más pequeñas como Europa o una parte de Norteamérica. Este satélite también usa polarización de haz pincel en una banda de frecuencias diferentes, dirigida a partes de la tierra con áreas más grandes.

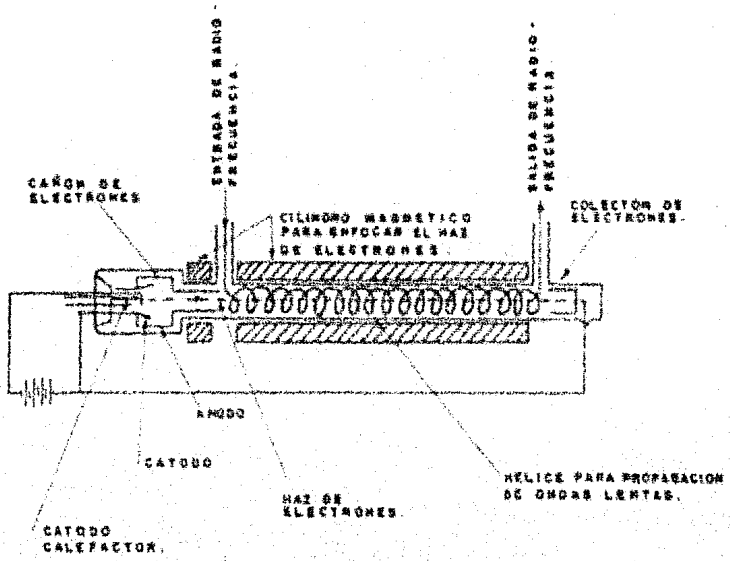
Subsistema de Transponder.

Hay algunas partes herméticamente cerradas en el diseño de los transponders; el amplificador de potencia debe ser altamente confiable, exacto en peso, eficiente, y operar en un ancho de banda de 500 Mhz; el contenido principal de cada transponder es el tubo de ondas progresivas.

La Figura (11) muestra lo esencial de un tubo de ondas progresivas. La señal es amplificada a través de una hélice de bajada, con un aspirador.

Los electrones son disparados del cañón de electrones. El haz de electrones viaja por el colector en la parte derecha de la hélice y es enfocado por el magneto cilíndrico.

La rueda de la hélice es tal, que la señal de RF es amplificada cuando viaja por el tubo a la misma velocidad que el haz de electrones.



TUBO DE ONDAS PROGRESIVAS
 AMPLIFICADOR DE POTENCIA DEL
 SATELITE.

FIGURA (3-1)

El haz de electrones y la señal de radio frecuencia viajan interactuando una y otra. La señal de radiofrecuencia origina una variación sinusoidal, que viaja en el tubo a la misma velocidad que los electrones. La variación sinusoidal origina pequeñas variaciones en la velocidad de los electrones y así agrupa los electrones.

Los electrones agrupados viajan en el tubo induciendo una segunda señal en la hélice. Esta segunda onda también viaja por el tubo. Un agrupamiento más grande de electrones, induce una señal más grande en la hélice.

El tubo más largo, el agrupamiento más grande y la variación de la onda sinusoidal más grande en la señal de radiofrecuencia. De esta forma, el tubo de ondas progresivas puede producir una gran amplificación en las oscilaciones y en la señal de radiofrecuencia. La amplificación crece exponencialmente con la distancia viajada en el tubo.

El dB (decibel), es una unidad exponencial y así la ganancia en decibales es aproximadamente proporcional a la longitud del tubo. El tubo de ondas progresivas en el Intelsat IV mide 2 pies de longitud y da una ganancia de 50 decibales, que significa que la señal es amplificada 100,000 veces.

Fuente de Energía.

El diseño más apropiado para utilizar antenas pequeñas es la provisión de más tableros de energía. Las señales serían radiadas a la

tierra con más potencia, y las antenas pequeñas serían más eficientes usando amplificadores más baratos.

La energía para los satélites de hoy proviene del sol, y su costo es alto. Aproximadamente 1000 watts de energía solar alcanza a cada metro de la superficie del satélite que esté perpendicular al sol.

Las celdas solares de hoy, que son usadas para convertir la energía solar en energía eléctrica, pierden más del 40% de la energía y el costo es del orden de 400 dólares por watt.

Los satélites de hoy son construidos con celdas solares de cerca de 2 cm^2 de área por panel. Las celdas son hechas de cristales de silicio lubricados, ellos son conectados en paralelo y en serie, tal como lo requiere el voltaje y la corriente del satélite.

La mayoría de los satélites de comunicación tienen las celdas sujetas alrededor de su cuerpo cilíndrico. Este arreglo es insuficiente, ya que solo la mitad de las celdas están a la luz del sol. Los satélites Canadienses tienen cerca de 16 m^2 de celdas que producen 1260 watts.

El Intelsat IV tiene cerca de 15 m^2 de celdas, y produce solo 400 watts. El uso de paneles solares grandes, a pesar de tener ciertas ventajas, introduce dos complicaciones técnicas:

Primero, los paneles deben ser movidos para seguir al sol.

Segundo, los grandes paneles que constantemente enfocan al sol, tienen más problemas con el sobrecalentamiento que los paneles cilíndricos que giran rápidamente. Es necesario un mantenimiento adecuado de las celdas a temperaturas bajas. Las celdas solares de silicio tienden a degradarse en su funcionamiento con el tiempo. Estas pierden un pequeño porcentaje de su energía (de salida), cada año. Esta degradación limita la vida del satélite.

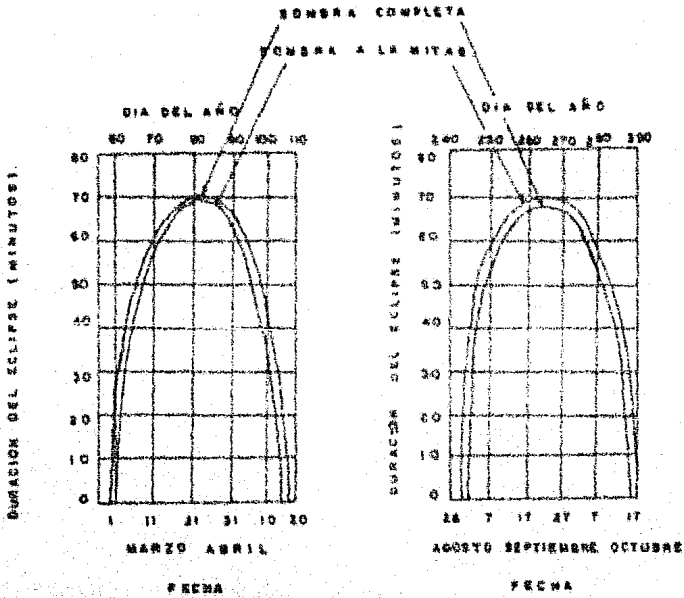
La causa principal de la degradación es el bombardeo de electrones y una pequeña extensión de meteoritos que viajan a altas velocidades. Para evitar estos problemas, las celdas solares son cubiertas con grandes platos de cristal (0.1 a 0.2 mm grosor).

Los eclipses de sol ocurren ocasionalmente como se muestra en la figura 3j. Para que el satélite esté en operación continua durante el eclipse, éste debe llevar un banco de baterías que son cargadas por los paneles solares.

Por ejemplo el Westar, tiene 2 bancos de baterías de 6.4 ampere-hora con 28 celdas por batería.

Condicionamiento de Energía.

La energía de las celdas solares es condicionada antes de usarse, particularmente para compensar las fallas de la energía de salida que se presentan con el tiempo y también para proveer los diferentes volta-



FECHAS Y DURACION DE ECLIPSES - DE SATELITES.

FIGURA (3-1)

Jes y corrientes necesarios para los diversos componentes.

Comando y Telemetría.

El satélite contiene equipos y circuitos que radia a la tierra detalles acerca de éste. Esta información junto con las señales recibidas de los transponders, son monitoreadas a la estación de control terrestre.

Desde esta estación de comando se mantiene al satélite en su posición orbital, y se controla su funcionamiento correcto. Los transponders pueden ser consultados y ponerlos fuera de servicio.

Si el satélite funciona mal, puede ser ajustado ó controlado de la estación de control. La carga y el uso del banco de baterías puede ser controlado, por ejemplo, en preparación para un eclipse. El satélite tiene varios tableros de control, sobre los cuales hay un control terrestre cuando hay una falla.

Subsistema de Empuje.

Una vez que el satélite está en posición orbital, es necesario que se le dé un pequeño empujón para mantenerlo en órbita. Un pequeño reactor de gas es el encargado de dar estos empujones, el cual se encuentra en la parte de los paneles solares.

Subsistema de Estabilización.

Los satélites con paneles solares cilíndricos, son estabilizados gi

rando el satélite sin girar el subsistema de antena con un motor eléctrico.

La velocidad a la que la antena es relativamente conducida, es cuidadosamente controlada por un servomecanismo que controla la antena - que apunta a la tierra.

3.15 ORBITAS E INCLINACION.

La explicación de porqué un satélite permanece en el espacio antes de caer a la tierra es, que la fuerza centrífuga causada por su rotación alrededor de la tierra, la equilibra exactamente con la gravedad de la tierra. Una mejor explicación es que la velocidad que lleva el satélite lo enviaría lejos si la gravedad no existiera. Pero la fuerza de gravedad lo atrae hacia la tierra y la aceleración, debido a la gravedad, balancea exactamente el efecto de su velocidad.

El satélite, al estar más cerca de la tierra, es debido a la fuerza de gravedad, por eso el satélite debe girar más rápido para evitar que caiga en la tierra. Los satélites de órbita baja, viajan alrededor de 17500 millas, y a esta velocidad dan una vuelta a la tierra en $1 \frac{1}{2}$ horas.

Los satélites de comunicación viajan a 11068.3 Km, y dan una vuelta a la tierra en 24 horas, que es el tiempo que tarda la tierra en dar una vuelta.

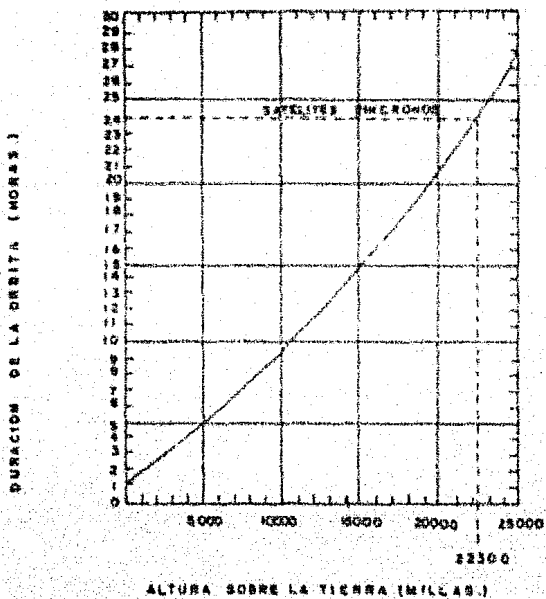
La Figura 3k explica el tiempo que tarda un satélite al viajar alrededor de la tierra, tomando en cuenta la altura a la que se encuentra.

La órbita a una altura de 22,302 millas (35,850 Km), es especial en la que un satélite viaja alrededor de la tierra, el mismo tiempo de rotación de ésta. Si su órbita está sobre el Ecuador y el satélite viaja en la misma dirección de la superficie de la tierra, entonces éste parecerá estar fijo o estacionario sobre un punto en la tierra. Esta órbita es llamada órbita geosíncrona. El satélite aparentemente estacionario es llamado satélite geosíncrono.

El apogeo del eclipse fué colocado de tal forma, que el satélite estuviera dentro de la línea de vista de tantas Estaciones Terrenas como fuera posible. Como con los primeros vuelos orbitales y la mayoría de otros satélites lanzados en la primera década de los vuelos espaciales, ellos viajaban alrededor de la tierra en unas pocas horas: el Telstar I, 2 horas 38 minutos, el Telstar II, 3 horas 35 minutos. Ellos estuvieron dentro de la línea de vista de las Estaciones, solamente por un breve período de tiempo. Generalmente menos de media hora.

La Figura 3l muestra los 3 tipos de órbitas de satélites.

La Figura 3m, muestra la distancia máxima entre Estaciones Terrenas para satélites a diferente altura, tomando en cuenta que el ángulo mínimo de elevación de las antenas de las Estaciones Terre-



TIEMPO DE ROTACION DE SATELITES DE LA
TIERRA EN ORBITAS CIRCULARES.

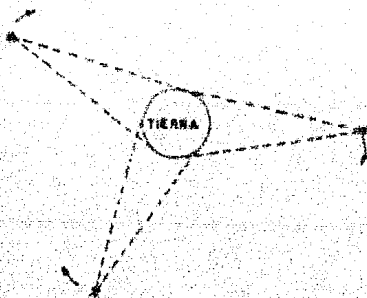
FIGURA (3-K)



SATELITE DE BAJA ORBITA.
 SATELITES RELAY DE RCA
 ALTURA DE 100-300 MILLAS
 PERIODO DE ROTACION 1 1/2 HORA APROX.
 TIEMPO DE LINEA DE VISTA A LA E/T
 25 MINUTOS O MENOS CASI 40 SE-
 GUN EN TELECOMUNICACIONES.



SATELITES DE MEDIA ALTURA.
 EL SATELITE MOLNIYA Y EL TELSTAR
 ALTURA DE 8000 A 12000 MILLAS
 PERIODO DE ROTACION 8-12 HORAS
 TIEMPO DE LINEA DE VISTA A LA E/T
 2-4 HORAS.

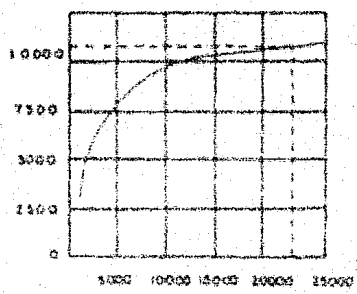


SATELITE GEOSINCRONOS.
 TODOS LOS SATELITES NORTeamERICANOS -
 COMBAT.
 ALTURA DE 22282 MILLAS
 PERIODO DE ROTACION 24 HORAS
 TIEMPO DE LINEA DE VISTA A LA E/T
 TODO EL TIEMPO DE VIDA DEL SATELITE
 LA ORBITA ESTA SOBRE EL ECUADOR DE LA
 TIERRA.

ORBITAS DE SATELITES.

FIGURA (3-1)

DISTANCIA MAXIMA
ENTRE ESTACIONES TERRENAS
(MILLAS)



ALTURA DEL SATELITE (MILLAS)

SEPARACION MAXIMA ENTRE ESTACION-
TERRENA PARA SATELITES.

FIGURA (3-m)

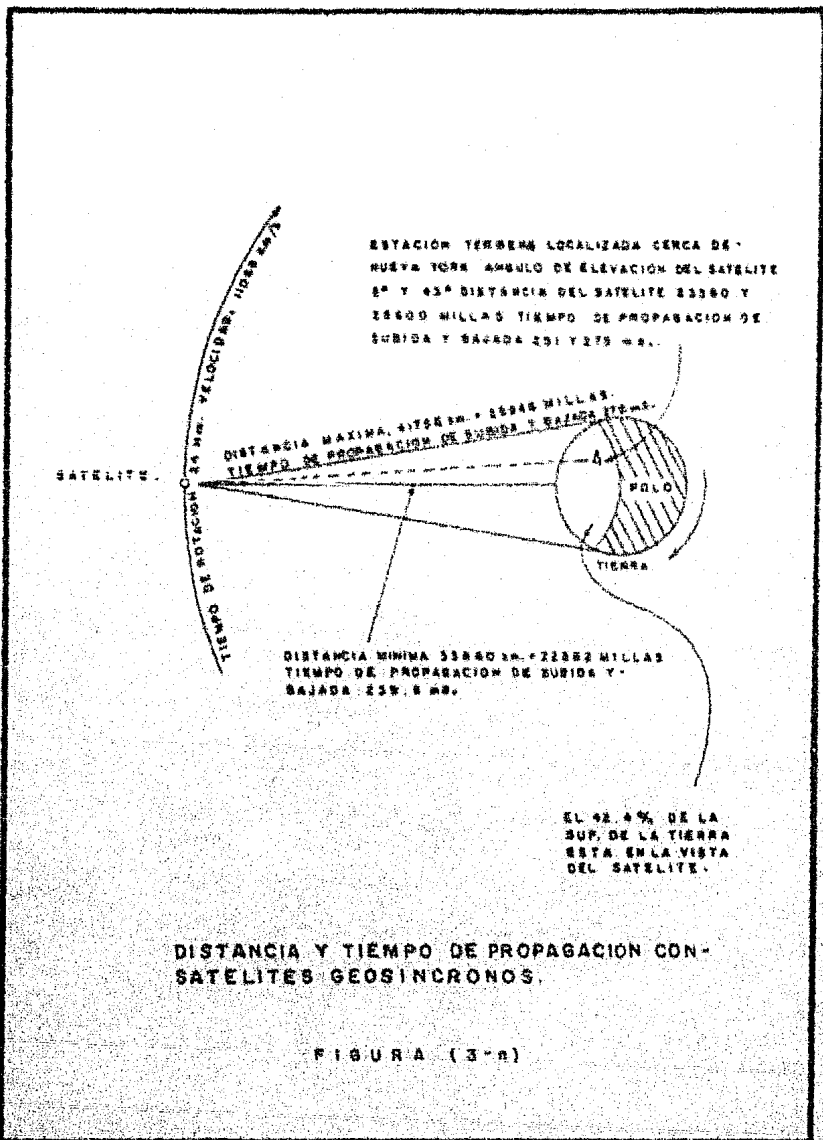
nas es de 5°. La Figura 3a, muestra la distancia y el tiempo de propagación de la señal con un satélite geosíncrono.

La colocación de un satélite en una órbita síncrona necesita alta precisión. La nave es estabilizada girando en esta órbita de tal forma, que la Estación Terrestre pueda comunicarse con su sistema de telemetría. Esta órbita es entonces medida lo más exactamente posible y ajustada la orientación del satélite.

Un motor es encendido en el instante exacto para poner al satélite en su órbita circular alrededor de la tierra, la velocidad del satélite es entonces ajustada para que sincronice con la rotación de la tierra y su altitud oscile de tal forma, que su antena apunte en la dirección correcta.

Durante el lanzamiento del primer satélite Intelsat II, cuando el motor de apogeo cambió la órbita elíptica en una órbita circular, fue empujado el satélite a los 16 seg., y el satélite cayó a través del espacio en una órbita no elíptica. Comsat sin embargo, lo dirigió para usarlo. Siguiendo su jornada a través del espacio con sus antenas grandes, ellos tuvieron éxito en la primera transmisión a color de televisión en vivo, entre Hawai y el Continente Americano. Fue también usado para telefonía comercial durante estos períodos cuando estaba fallando.

La órbita geosíncrona tiene grandes ventajas para los sistemas de señales.



- 1.- El satélite permanece relativamente estacionario para las antenas de las Estaciones Terrestres y de esta forma se evita el costo del control de algún movimiento del satélite. Una antena fija es suficiente (con lo necesario para ajustes manuales).
- 2.- No hay necesidad de un interruptor para cambiar de un satélite a otro, cuando uno desaparece sobre el horizonte.
- 3.- No hay bloques en la transmisión, un satélite geosíncrono permanece constantemente a la vista.
- 4.- Un satélite geosíncrono tiene en su línea de vista un 42.4% de la superficie de la tierra (33% si los ángulos de elevación abajo de 5° no son usados). Un gran número de Estaciones Terrestres pueden de esta modo comunicarse.
- 5.- Tres satélites cubren toda la tierra con excepción de las regiones polares.
- 6.- No siempre exista el efecto DOPPLER, (cambio de frecuencia de la radiación y del satélite causado por el movimiento del satélite y de la Estación Terrestre). Los satélites en órbita elíptica, tienen diferentes efectos DOPPLER para cada Estación Terrestre y esto aumenta la complejidad de la recepción.

Desventajas de los Satélites Geosíncronos.

- 1.- Latitudes más grandes que 81.25° al Norte y Sur (ó 77° al -

los ángulos de elevación abajo de 5° son excluidos) no son cubiertas.

- 2.- Debido a la distancia del satélite, la potencia de la señal recibida, que es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia, es débil y el retardo de propagación de la señal es de 270 ms.

Ajuste Orbital.

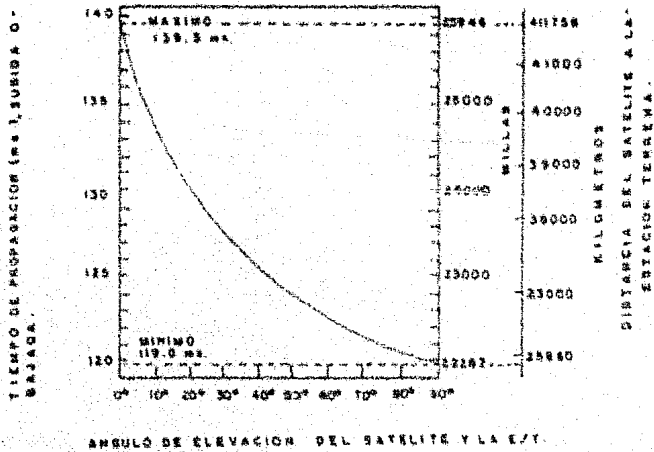
Los satélites geosíncronos deben tener su ajuste orbital periódicamente para guardar su posición, aún si el satélite fuera lanzado en una órbita perfecta, la fuerza natural introducida lo desviaría un poco de su órbita, sin embargo, con un buen lanzamiento, el movimiento relativo del satélite con respecto a una Estación Terrena, sería muy poco.

El tiempo que la señal toma para alcanzar el satélite es la distancia dividida por la velocidad de la luz. Un viaje de subida y bajada varía de 239.6 a 279 ms, como se muestra en la Figura 3a.

La Figura 3a, muestra como la distancia y el retardo de propagación varía con el ángulo de elevación, según los cálculos, el retardo de propagación para un satélite a una altura de 25,000 millas es de 270 ms., para el enlace de subida y bajada.

Espacio Orbital.

Usando los satélites la misma frecuencia, no deben estar localiza



DISTANCIA ENTRE EL SATELITE Y LA E/T.
Y TIEMPO DE LA SEÑAL DE PROPAGACION.

FIGURA (3-6)

dos cerca uno de otro, porque habría interferencia.

Estar cerca entre ellos y no existir interferencia, es una cuestión difícil, porque depende de muchos factores como es el diseño de los satélites, del segmento espacial y del segmento terrestre. El espacio es afectado por el ancho de banda de la transmisión de la E/T.

El haz varía con el tamaño de la antena y la banda de frecuencia usada. El ancho del haz en el espacio es inversamente proporcional al ancho de la antena de transmisión. Por otro lado, el uso de altas frecuencias permite a los satélites una mayor parte de la órbita, primero porque las frecuencias diferentes no interfieren y segunda, el ancho del haz es inversamente proporcional a la frecuencia.

Normalmente el enlace de subida opera a frecuencias más altas que el enlace de bajada, porque este da un haz más estrecho en el espacio. Sin embargo, el número de satélites sería aproximadamente el doble si las frecuencias del enlace de subida y el enlace de bajada fueran inversas para la mitad de los satélites, ejemplo: la banda de 4/6 GHz, para algunos y la banda 6/4 GHz para otros. La frecuencia del enlace de subida es 14.25 GHz en la banda de 12/14 GHz, es de 2.31 veces la frecuencia de subida de la banda 4/6 GHz que es 6.175.

La desviación de una posición estacionaria es causada por una mínima perturbación gravitacional de la órbita debida al sol, la luna, los asentamientos de la tierra y por la presión de la radiación solar. El sol y la luna actúan en dirección de Norte a Sur, tendiendo a inclinar

la órbita lejos del plano ecuatorial. La órbita es puesta en una posición inclinada cerca de 0.86° por año.

La desviación causada por la presión de la radiación solar, varía con el tamaño del satélite, pero es pequeña comparada con la desviación producida por la gravedad. Los satélites son diseñados con paneles solares largos y su desviación es mayor. La órbita del satélite necesita ajustarse periódicamente.

Ángulo de Elevación.

El ángulo de elevación del satélite es el ángulo subtendido a la antena, entre el satélite y el horizonte de la Estación Terrena. Si el ángulo de elevación es pequeño, el haz radiado tiene que pasar a través de la atmósfera de la tierra y es severamente afectado por el ruido y absorción. Generalmente 5° es considerado como el ángulo mínimo de elevación. Es una ventaja tener el ángulo de elevación más grande cuando sea posible.

Retardo de Propagación.

La distancia entre el satélite y la Estación Terrena, varía un poco con el ángulo de elevación y consecuentemente el retardo de propagación varía también. La máxima distancia de un satélite a una Estación Terrena es de 25,946 millas (41747.1 Nm), tomando en cuenta que la tierra es esférica y el ángulo de elevación es cero.

Un transponder es una ruta de transmisión/recepción, al cual reci

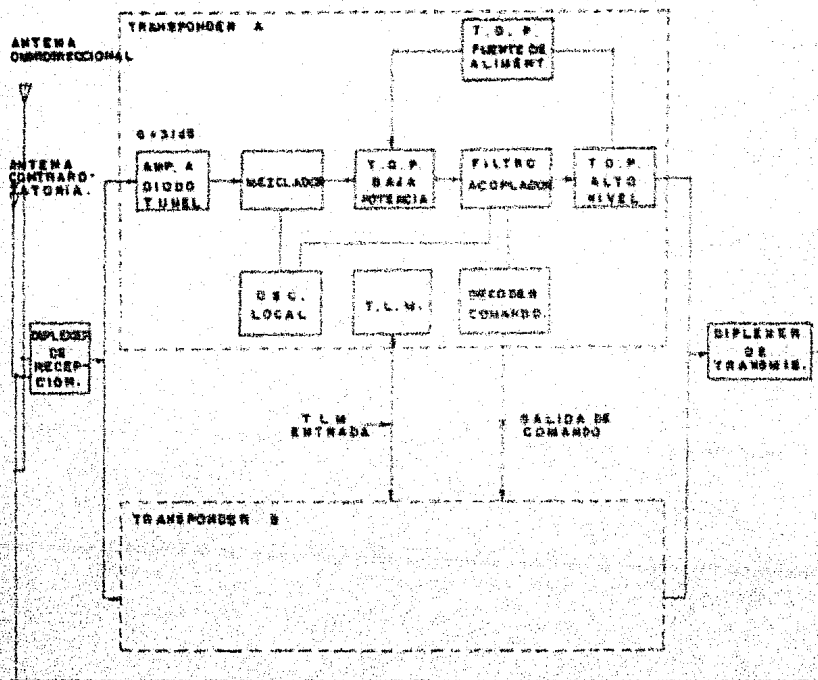
de las portadoras de RF en el orden de los 6 GHz y las convierte en 4 GHz; amplificadas antes de ser retransmitidas. Esto es, con el objeto de elevar la potencia de transmisión en el satélite por asignación a cada transponder de una fracción de la banda total.

La evaluación general de funcionamiento del equipo montado en el satélite, así como el control del mismo, son factores importantes para predecir su tiempo de vida útil. Estos son conducidos desde la tierra a través de una estación monitorea poseedora de telecomando y control que tiene como función interpretar las señales de telecomando y control recibidas desde el satélite y transferir codificadas las instrucciones necesarias para corregir un desarrreglo previsto.

Haciendo referencia a la Figura 3a, estas señales son recibidas por la antena omnidireccional del satélite, amplificador a diodo, túnel y tubo de ondas progresivas de baja potencia e insertadas al decodificador de telecomando a través de un filtro acoplador, donde son procesadas antes de aplicarse el circuito de control que puede ser el encendido del motor de apogeo para corregir la órbita, encender el amplificador a tubo de ondas progresivas.

Antena del Satélite.

Las señales de comunicación enviadas desde la Estación Terrena en frecuencias del orden de los 6 GHz, son recibidas por la antena contrarrotatoria (este sistema de antena permite mayor estabilidad -



3.16 DESCRIPCION DE UN SATELITE DE LA SERIE
INTELSAT III

FIGURA (3-p)

al satélite) y pasadas al diplexar de recepción.

Diplexar de Recepción.

En el diplexar de recepción son separadas las bandas alta y baja de comunicación.

Amplificador a Diodo Túnel.

Siguiendo la trayectoria de la señal a través de un transponder, observamos que esta es amplificada en el amplificador a diodo túnel, que tiene aproximadamente 31 db de ganancia y una figura de ruido de 5.3 db.

Mezclador.

En esta parte son mezcladas las señales de comunicación de 8 GHz con la frecuencia del oscilador local de 2225 MHz, para convertirlas en señales del orden de 4 GHz (abatidas o transpuestas 2225 MHz); en esta misma parte, se cuenta con filtros que eliminan las señales espurias indeseables, producto de la mezcla, permitiendo el acceso al amplificador a tubo de ondas progresivas, a las señales útiles de comunicación.

Tubo de Ondas Progresivas de Baja Potencia.

Las señales de comunicación son amplificadas en esta parte del equipo.

Filtro Acoplador.

Se combinan las frecuencias de rastreo y comunicación que deben ser transmitidas hacia tierra.

Tubo de Ondas Progressivas de Alta Potencia.

Aquí las señales de comunicación son finalmente amplificadas al nivel adecuado de transmisión.

Display de Transmisión.

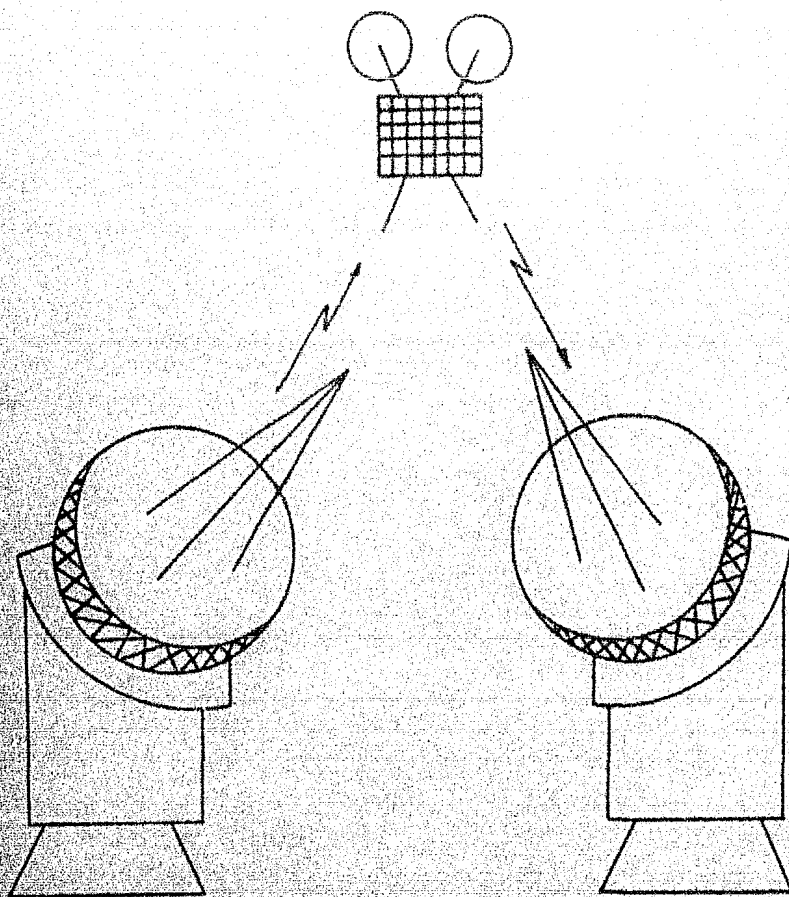
Las señales de ambos transponders, son combinadas para ser alimentadas a la antena de comunicación que se encargaría de transmitir la información hacia la tierra.

CAPITULO (4)
SEGMENTO TERRESTRE

SEGMENTO TERRESTRE

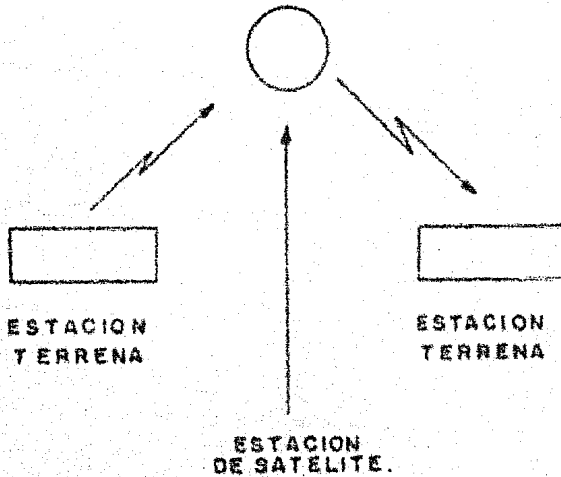
4.1. CONCEPTO DE ESTACION TERRESTRE.

Una Estación Terrestre como elemento de un sistema de comunicación es un punto virtual de interconexión bilateral con el resto de las Estaciones Terrestres que se encuentren operando dentro del ángulo de cobertura de un mismo satélite, ésto se representa en la Figura 4a.



Donde un enlace de satélite comprende:

Estación Terrena - satélite - Estación Terrena.



CIRCUITO DE REFERENCIA ELEMENTAL

FIGURA (4-0)

4.2. SELECCION DEL SITIO DE UNA ESTACION TERRENA.

La localización del sitio de una Estación Terrena debe considerar los siguientes puntos.

- a).- Deberá estar libre de influencias debidas a fuentes artificiales de ruido.
- b).- No estar sujeta a grandes lluvias torrenciales, nieve o cambios atmosféricos.

- c).- Deberá estar libre de objetos que impidan o obstruyan las ondas, y estar distante de donde se efectúen vuelos periódicos.

Estos puntos consideran condiciones relativas a la situación geográfica de carácter secundario; cooperados con el siguiente que considera condiciones concretas e importantes para seleccionar el sitio, de tal forma, que las ondas para comunicaciones por satélite y las de los sistemas de comunicación por tierra, no se interfieran, trabajen en la misma banda de frecuencia.

Deberá ser un lugar tal, que se encuentre libre de interferencias debidas a otras Estaciones terrestres, de microondas para sistemas de comunicación sobre el piso de tierra.

Las interferencias ocurren en las siguientes cuatro formas:

- 1.- Interferencia de una onda transmitida por una estación de tierra, para comunicaciones por satélite a un receptor de microondas de comunicación por tierra.
- 2.- Interferencia debido a las ondas transmitidas por un sistema de comunicación por tierra, al receptor de una estación de tierra para comunicación por vía satélite.
- 3.- Interferencia de ondas emitidas por un repetidor satélite, a un receptor de comunicación por microondas.
- 4.- Interferencia por ondas transmitidas por un sistema de co-

municaciones por tierra a un receptor de receptor (satélite).

De las interferencias mencionadas anteriormente, especialmente las primeras dos, producen problemas de interferencia mutua entre una estación de microondas por tierra, a una estación terrena para comunicaciones por vía satélite, siendo convenientes construir la Estación Terrena en un lugar distante a un circuito de microondas, o en un valle que permita una elevación sobre el horizonte mayor a 2° , ya que para valores menores la razón S/R empeora, debido al desvanecimiento y al ruido de tierra, degradando la señal de información.

4.3. EQUIPOS BÁSICOS QUE INTEGRAN UNA ESTACIÓN TERRENA.

Los equipos básicos que integran una Estación Terrena, pueden ser agrupados en la forma siguiente:

Para Transmisión.

- Distribuidoras de banda base.
- Moduladores
- Convertidores ascendentes
- Transmisores
- Subsistema de antena
- Subsistema de energía

Para Recepción.

- Conmutadores de banda base

- Demoduladores
- Convertidores descendentes
- Receptoras
- Subsistema de antena
- Subsistema de energía

Denominados como equipo de comunicación.

El conjunto de ellos es el que se encarga de procesar la señal de acuerdo a los parámetros standard requeridos para una comunicación - por vía satélite, existe además, por parte del equipo de enlace de el circuito denominado enlace de tierra, medio por el que se mantiene en sentido bidireccional, el intercambio de información a nivel de canal o banda base (según se requiera). Con los centros de tierra; estos - son:

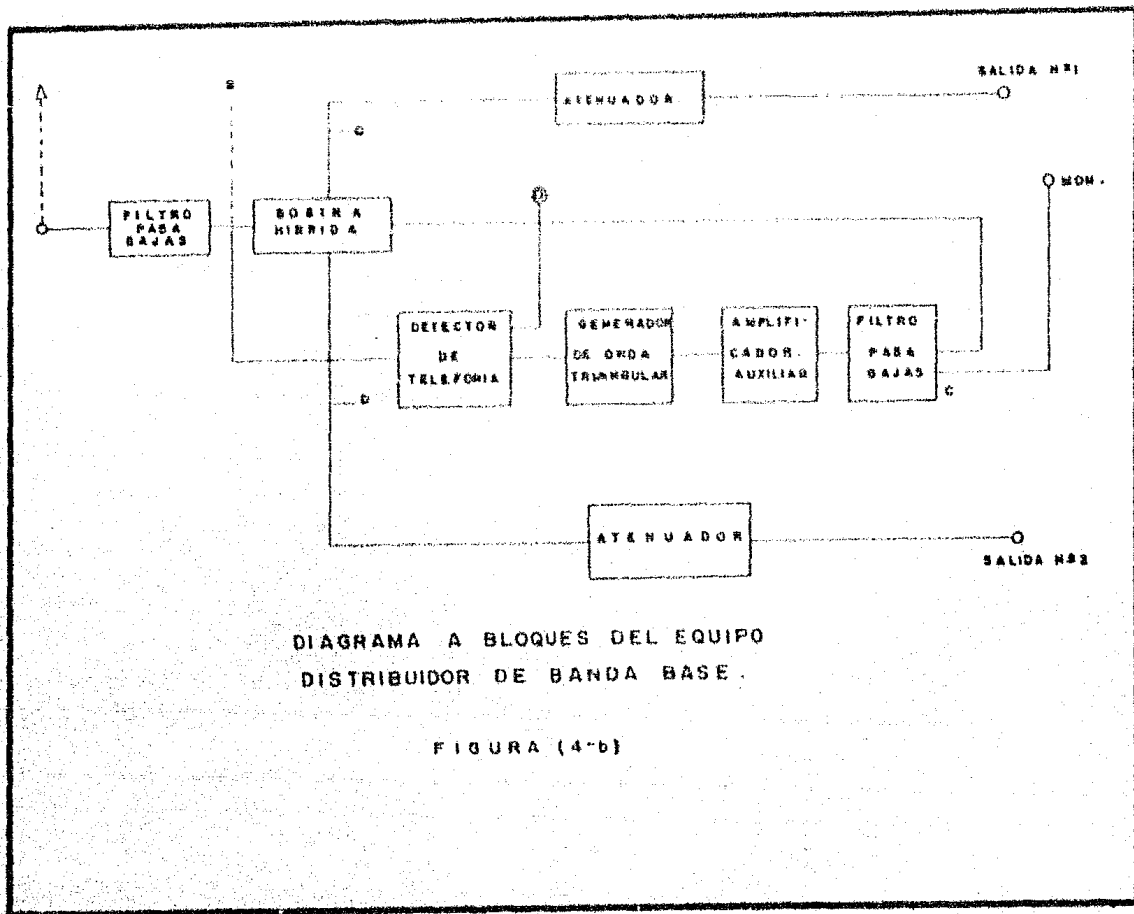
RADIO Y TERMINAL MULTIPLEX.

Funcionamiento de los Equipos Básicos de Comunicación.

- Sistemas de comunicación de transmisión.

a).- Distribuidores de banda base.

La información internacional enviada desde los centros de tráfico demodulada y reconfigurada en la banda base de transmisión hacia el - satélite en el equipo terminal múltiplex, es enviada a este equipo - que se encarga de derivar dos salidas, con objeto de alimentar el modulator en operación normal y el de reserva con la misma señal.



En el equipo distribuidor de banda base es incorporada una señal denominada energía dispersa. Señal de tipo triangular que como finalidad tiene distribuir la energía de onda base, con objeto de evitar intermodulación en el satélite, ya que permite mantener el valor de la E.I.R.P., a un valor menor de 2 db del valor máximo por 4 kHz de la portadora completamente cargada; esta significa que, cuando un enlace ha sido establecido, aún cuando no exista información, esta señal impide que se tenga portadora limpia, evitando señales de alto nivel en el satélite que produzcan intermodulación.

Descripción de funcionamiento del Equipo Distribuidor de Banda Base.

La señal de entrada de banda base que conduce la señal de información internacional por transmitirse cadenas, de los canales de servicio utilizados para el intercambio de información técnica entre operadores de Estaciones Terrestres y alojadas en la parte baja de la banda, entre las frecuencias de 4, 8 y 12 KHz, pasa a través del filtro pasa bajas que tiene como objetivo limitar la señal hasta la frecuencia máxima de la banda, con objeto de que señales de alto nivel fuera de banda no sean transmitidas (punto B).

Como puede apreciarse en el punto "B", la señal es dividida, parte de la señal es conducida hacia la bobina híbrida y parte al módulo detector de telefonía.

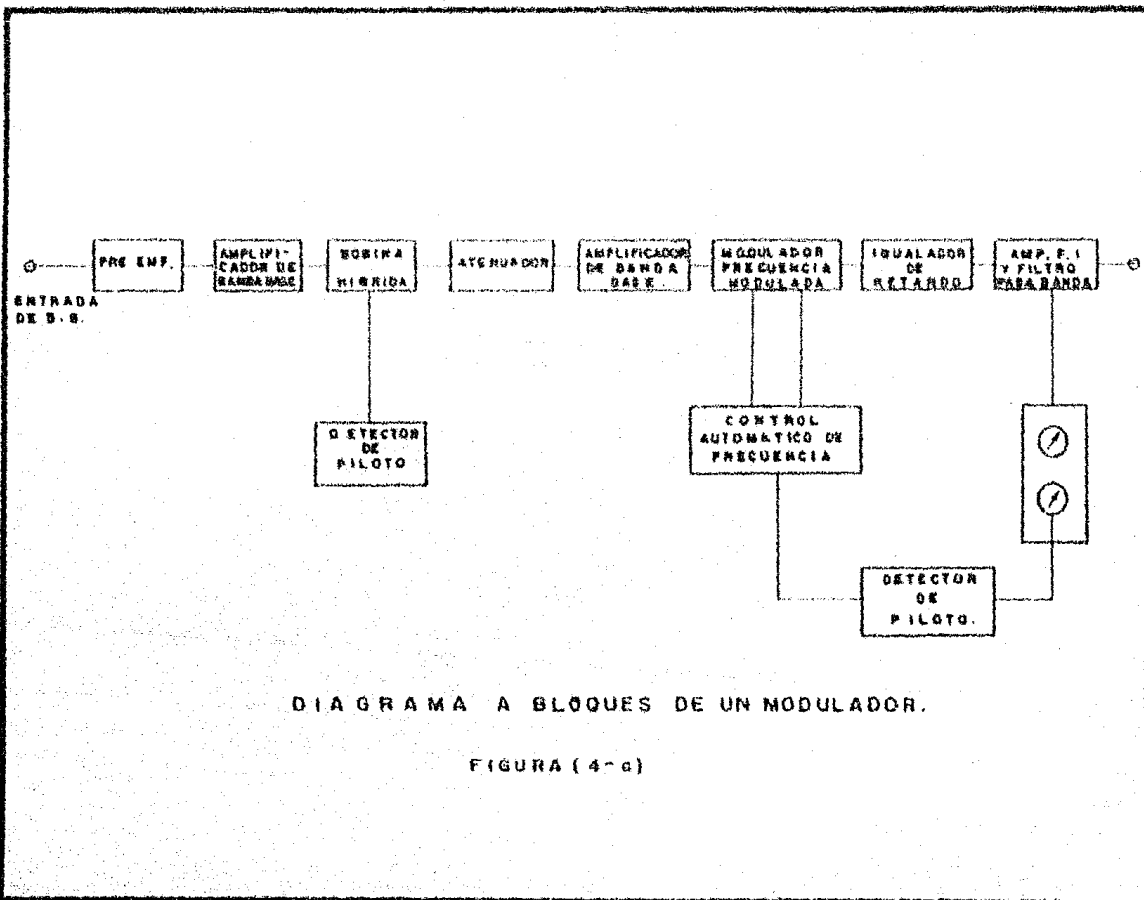
La función del módulo detector de telefonía es convertir la señal de información en corriente directa. Esta corriente tendrá fluj

tuciones de nivel, en una relación directa al nivel promedio que com tenga la banda base.

- El nivel de corriente directa es utilizado como polarización del circuito que controle la amplitud de la onda triangular producida por un oscilador multivibrador flip-flop, y amplificador.
- Posteriormente, esta señal es controlada y amplificada por el amplificador auxiliar.
- La señal de onda triangular pasa a través del filtro paso bajas, que como finalidad tiene el alinear posibles frecuencias espurias producidas en los pasos anteriores (paso C).
- Esta onda triangular, cuya frecuencia oscila entre 20-150 Hz, o que es controlada en amplitud por el nivel de banda base en la forma anteriormente expuesta, se combina en la bobina híbrida, con la señal de banda base, derivándose sobre los puntos D y Q.
- Finalmente, la señal que va a ser conducida al modulador es controlada por el atenuador variable.

Moduladores.

La función de los moduladores de comunicación, al igual que los del enlace terrestre, es la de modular la señal de banda base con una frecuencia portadora de 70 MHz, para dar origen a la señal de



DIA GRAMA A BLOQUES DE UN MODULADOR.

FIGURA (4-c)

frecuencia intermedia. Las diferencias existentes entre los moduladores de radio y comunicación, son las restricciones de los últimos en la calidad de la señal, además de que normalmente las capacidades de trabajo para los que son proyectados, son menores que las utilizadas en enlaces terrestres.

Descripción de Funcionamiento del Equipo Modulador.

La señal proveniente del distribuidor de banda base es primeramente preacentuada. Posteriormente amplificada y derivada en la bobina híbrida, obteniéndose una señal que es detectada en el detector de piloto, que como finalidad tiene detectar el piloto de 50 KHz, incorporado en la banda base desde el equipo múltiplex, permite obtener un medio de supervisión de nivel de banda base, ya que conserva un nivel relativo de -20 dB.

La otra señal continúa a través del atenuador y amplificador de banda base, donde es controlado el nivel de entrada al modulador.

En el modulador, la señal de banda base es modulada con una portadora de 70 MHz, obteniendo la señal de F.I., que pasa a través del igualador de retardo; el amplificador de frecuencia intermedia y el filtro pasa banda, éste último módulo (F.P.B.) tiene como finalidad, permitir el paso al ancho de banda específico de la señal, en relación con las capacidades antes mencionadas.

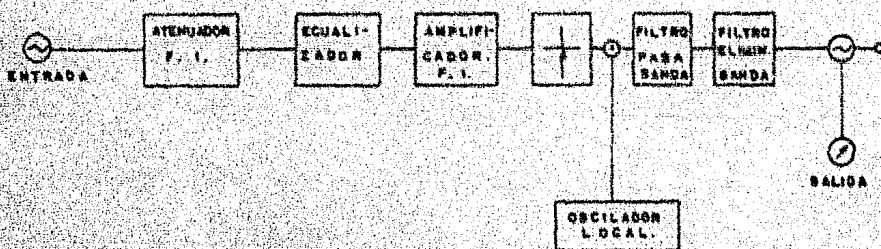
Es de observarse que el modulador cuenta con un circuito control automático de frecuencia, donde es derivada una señal hacia el detector que proporciona un sistema de monitoreo de la modulación.

Los niveles e impedancias a la entrada y salida del modulador son los siguientes:

<u>ENTRADA</u>	<u>SALIDA</u>
Señal de banda base - 45 dbm	Señal F.I. + 9.2 dbm
Impedancia 75 Ohms	Impedancia 75 Ohms.

Convertidores Ascendentes.

Su función a desarrollar es elevar la frecuencia de F.I. (70 Mcz), proveniente del modulador a la frecuencia de transmisión específica, lográndose a base de un oscilador local que tiene una frecuencia de 70 Mcz.



D I A G R A M A A B L O Q U E S D E U N
C O N V E R T I D O R D E S U B I D A .

F I G U R A (4 - d)

Descripción del Funcionamiento del Convertidor Ascendente.

La señal proveniente del modulador, es controlada con el atenuador y compensada en retardo por el equalizador, posteriormente es amplificada en el amplificador de frecuencia intermedia y conducida hacia el convertidor de frecuencia donde son mezcladas la señal de F.I. (70 MHz), y la del oscilador local, para dar origen a una señal que es la suma de ambas frecuencias, después la señal es conducida al filtro pasa banda, que con fidelidad tiene permitido el paso al ancho de banda específico de la señal. Cabe que el nivel entre la señal de comunicación de oscilador local son comparables (6-10 db) y parte de la señal del oscilador local continúa hacia el centro de transmisión, se cuenta con un filtro eliminabanda, sintonizado a la frecuencia de oscilador local que impide que esta señal se continúe fugando.

Las frecuencias de transmisión que tienen asignadas a la Estación de Tulancingo, son:

PORTADORA	CAPACIDAD	FRECUENCIA DE TRANSMISION	FRECUENCIA DEL OSCILADOR LOCAL (MHz)
Telefonía	132 canales	6281.25 MHz	6211.25
TV - sonido	24 canales	6313.25 MHz	6243.25
TV - sonido	24 canales	6331.25 MHz	6261.25
TV - video	960 canales	6390.75 MHz	6320.75
TV - video	960 canales	6409.25 MHz	6339.25
TV - video	960 canales	6449.25 MHz	6379.25

Transmisores.

La finalidad de este equipo es elevar al nivel de la señal a la potencia específica de transmisión, se tienen dos pasos de amplificación que utilizan como elemento amplificador un tubo de ondas progresivas.

Debido a la alta disipación de calor existente en estos elementos, se cuenta con un sistema de enfriamiento que suministra un flujo de aire refrigerante, además de fuentes especiales de alimentación con una alta regulación que permitan mantener estable los voltajes de polarización requeridos por el tubo.

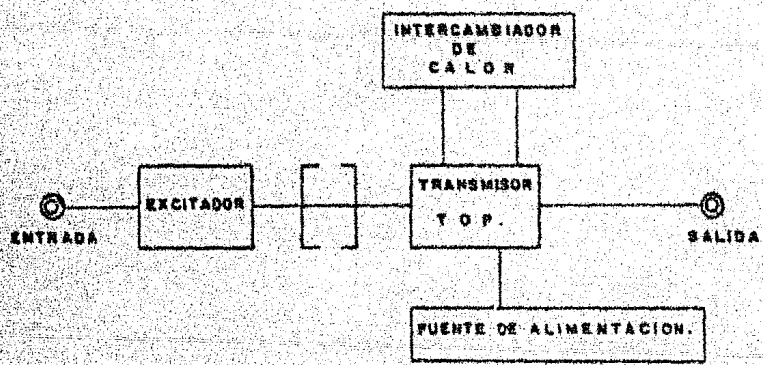


DIAGRAMA A BLOQUES DE UN TRANSMISOR.
FIGURA (4-6)

Los niveles de salida del transistor correspondiente a cada señal son:

CANAL	NIVEL DE SALIDA (db)
TV - V	+ 54.58
Telefonía	+ 50.92
TV - Sonido	+ 42.00

Sistema de Comunicación de Recepción.

Receptores.

La finalidad de este equipo es amplificar las señales de recepción alimentadas por la antena. Es importante hacer notar, que las señales a amplificar son del orden de los -60 dbm, siendo necesarios varios amplificadores de bajo ruido.

Los receptores utilizados en esta Estación Terrestre se componen básicamente de tres etapas amplificadas. siendo éstas las siguientes:

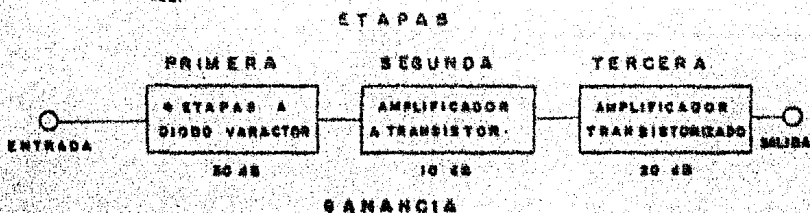


DIAGRAMA A BLOQUES DE UN RECEPTOR DE BAJO RUIDO.

FIGURA (4-f)

La primera etapa resulta ser la más crítica, ya que se requiere la mínima cantidad de ruido térmico introducido. Este tipo de amplificador es obtenido, utilizando 4 etapas amplificadoras a diodo varactor, operando a temperaturas bajas del orden de los 15°K.

El rango de frecuencia de operación del receptor es de 3.2 - 4.2 GHz; siendo éste el utilizado para comunicaciones por vía satélite.

Convertidor Descendente.

Los convertidores descendentes tienen como finalidad convertir la frecuencia de recepción del orden de los 4 GHz, a la frecuencia de F. I. (70 MHz.)

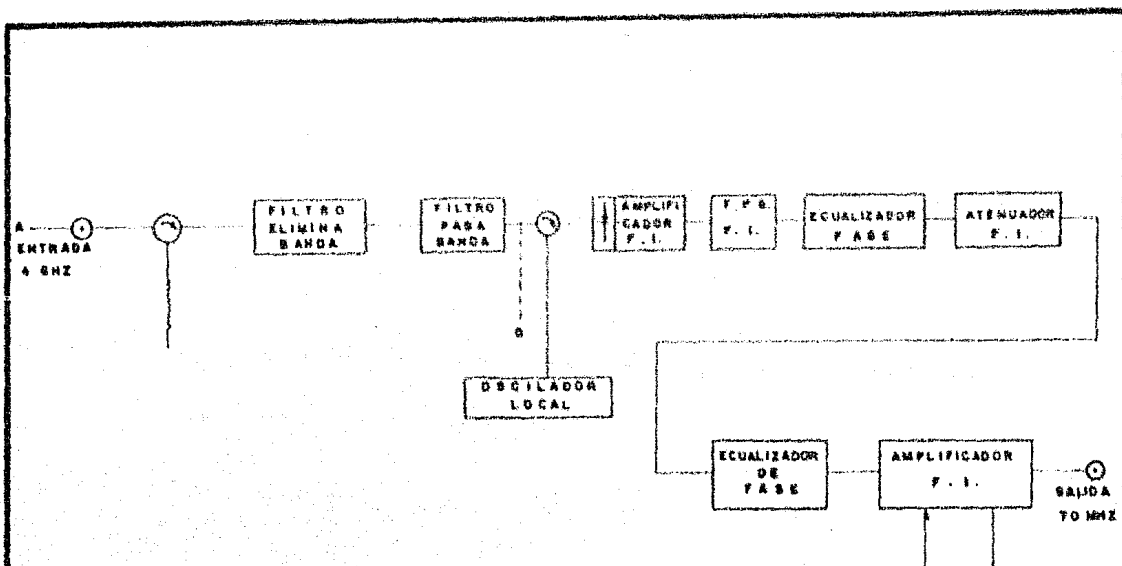


DIAGRAMA A BLOQUES DE UN CONVERTIDOR DESCENDENTE

FIGURA (4-g)

Descripción de Funcionamiento del Convertidor de Bajada.

La señal de entrada proveniente de los receptores de bajo ruido, a través del divisor de frecuencia, llegan al punto "A" de entrada. El nivel de entrada en este punto es del orden de los -80 dbm y la característica de la señal es un espectro de frecuencia que contiene el ancho de banda de recepción (500 MHz).

Después de pasar a través del filtro eliminabanda, la señal pasa a través del filtro pasabanda, sintonizado a la frecuencia específica de recepción, efectuándose en esta forma la selección de una portadora en particular.

Con objeto de hacer explícita la explicación, en la Figura 4h se muestra el espectro de frecuencia que se observaría en el punto "A", con un analizador de espectro, si únicamente existieran en el aire las portadoras de los países con los que actualmente se tiene contacto.

Suponiendo que la portadora por recibir correspondiera a Chile, el filtro pasabanda anteriormente mencionado, estaría sintonizado a la frecuencia de 3919.75, con un ancho de banda de ± 2.5 MHz en esta forma el espectro en frecuencia correspondiente en el punto "B" sería:

ESPECTRO DE FRECUENCIAS

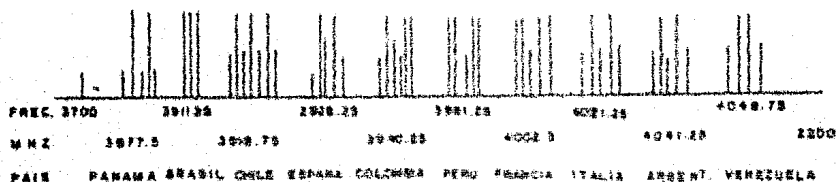


FIGURA (4-h)

Posteriormente, esta señal es combinada con la señal del oscilador local y emitida en el convertidor de frecuencia, para dar origen a la señal de frecuencia intermedia, la que es después amplificada en el módulo amplificador de frecuencia intermedia.

De acuerdo al ejemplo que se elude, la frecuencia de la señal del oscilador sería 3049.25 MHz, que como se puede observar, equivale a tener una diferencia de 20 MHz, entre la frecuencia de resonancia y la del oscilador local.

Prosiguiendo con el trayecto de la señal, ésta pasa a través del filtro pasabanda de F.I., que como finalidad tiene restringir el ancho de banda a los valores anteriormente mencionados, evitando que las señales espurias producidas en el convertidor de frecuencia, continúen hacia el demodulador, después, la señal es amplificada en el módulo amplificador de F.I. y compensada en fase en el equalizador de fase, el atenuador tiene como finalidad controlar el nivel de entrada del ampli-

ficador principal donde la señal de salida es finalmente amplificada.

En este último amplificador se cuenta con un control automático de ganancia, que tiene una capacidad de compensación en la señal de entrada de hasta ± 6 db.

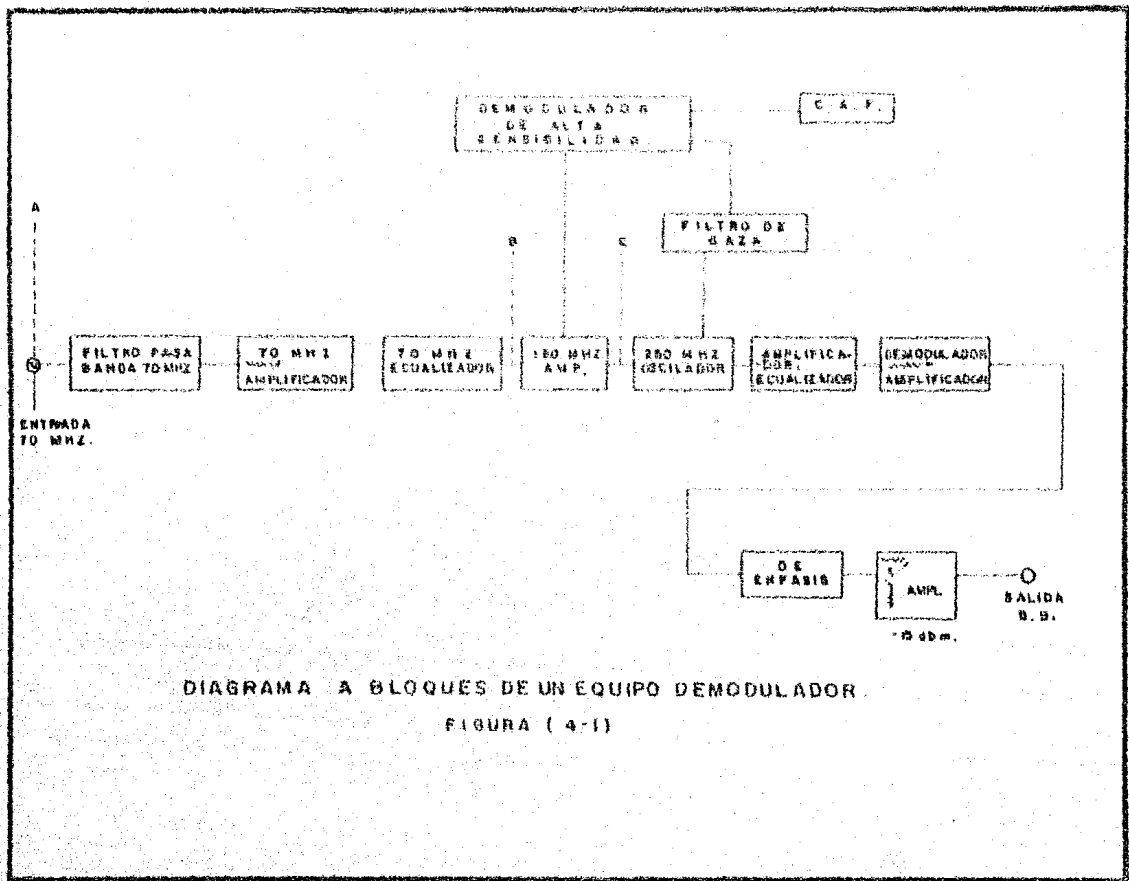
Demoduladores.

La función del demodulador es convertir la señal de frecuencia intermedia en señal de banda base.

Descripción de funcionamiento del Demodulador.

Entre los puntos "A" - "B", como puede observarse, la señal es amplificada, ecualizada y reducida en ancho de banda por el filtro pasabanda de 70 MHz, posteriormente en el módulo de amplificación de 100 MHz se tiene un mezclador de la señal de F.I. (70 MHz), introducida en el punto "B" y la de un oscilador de 250 MHz, para dar origen a una señal de F.I. que tiene una frecuencia de 180 MHz. Esta señal es directamente demodulada a banda base en el demodulador de alta sensibilidad.

Asociado al demodulador, se tiene un control automático de frecuencia que mantiene constante la diferencia de 250 y 70 MHz, en conjunto con el módulo filtro de GAZA, que establece un circuito de retroalimentación de la señal de banda base obtenida, a la polarización del oscilador de 250 MHz. La señal de banda base pasa directamente al amplifi



cedor, equalizador y desmodulador amplificador donde es amplificada; posteriormente, pasa a través del de - énfasis que como ya se mencionó es un circuito que tiene una respuesta inversa al pre-énfasis del modulador, a fin de obtener las características iniciales de la señal de banda base y es controlada por el último amplificador, siendo el nivel normal de salida de -15 db.

Distribuidora de Banda Base.

Este equipo tiene como finalidad, interconectar la salida del - modulador en operación normal y reserva seleccionada exclusivamente una y conmutarla hacia la otra en caso de que disminuya considerablemente la relación señal a ruido. Esta operación es efectuada - por un conmutador de cable coaxial que opera cuando se recibe una - "Tierra", indicando la falta del canal en operación.

En esta forma, existe una relación directa entre la cantidad de ruido fuera de banda y la de comunicación de modo que, al estado de la señal de comunicación pueda ser observado, midiendo la cantidad de ruido fuera de banda.

De acuerdo a normas establecidas por el C.C.I.R. y C.C.I.T.F., se han determinado frecuencias fuera de banda, específicas para la evaluación de la señal de banda base, siendo estas las siguientes:

CAPACIDAD	FRECUENCIA FUERA DE BANDA
24 canales	116 KHz
60 canales	277 KHz
72 canales	331 KHz
96 canales	535 KHz
132 canales	607 KHz

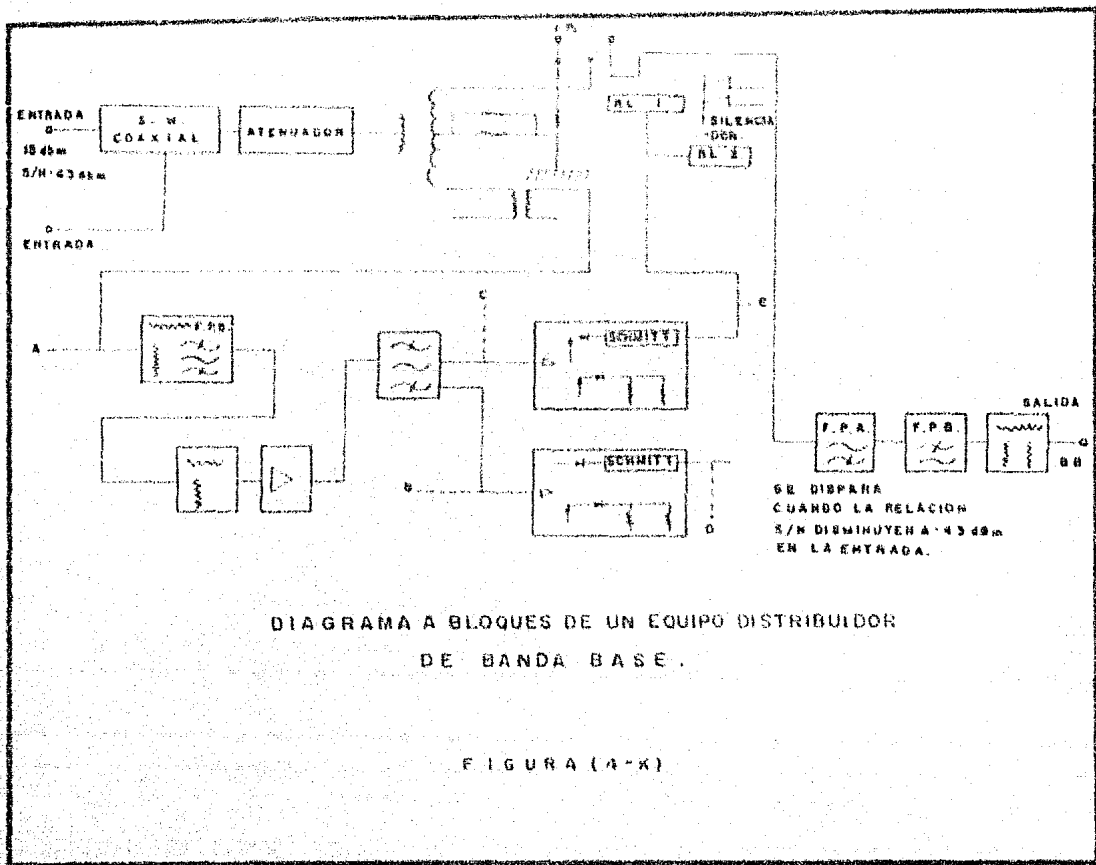
Prosiguiendo con la descripción del equipo conmutador de banda base, observaremos que en el punto "A" es recibida la segunda señal de banda base, derivada en la bobina híbrida. Esta señal pasa a través del filtro pasabanda y dos atenuadores (uno anterior y otro posterior, que controla el nivel de la señal). El filtro pasabanda se encuentra sintonizado precisamente a una frecuencia fuera de banda, con un ancho de banda de 254 KHz.

Esta señal (ruido fuera de banda), es amplificada y nuevamente filtrada, en el segundo filtro pasabanda.

En el segundo filtro pasabanda se encuentra interconstruida una red divisora de la señal, imponiendo una diferencia de 10 db entre las 2 señales (punto "B" y "C"); según la Figura 4K. Estas señales en forma independiente, son amplificadas y posteriormente aplicadas a circuitos disparados SCHMITT.

Descripción de Funcionamiento del Equipo Distribuidor de Banda Base.

La señal de banda base que proviene del demodulador, se recibe a

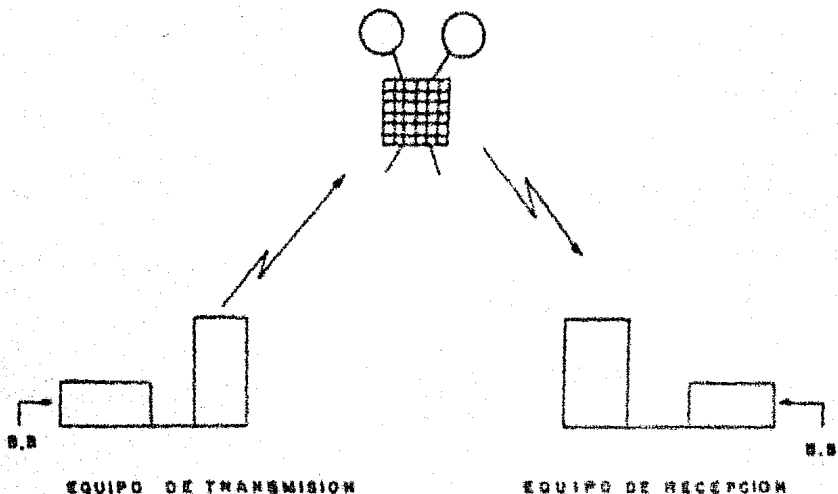


través de una de las rutas del computador a cable coaxial, con un nivel de -15 dbm, y es controlada por el atenuador, a continuación la señal es derivada en una bobina oítrica como se muestra en la Figura.

La señal normal de comunicación continúa hacia el filtro paso-altas (F.P.A.) y filtro paso-bajas (F.P.B.) que como función principal tiene limitar la banda base de acuerdo con la capacidad de ésta, por ejemplo: para 24 canales de 12 - 100 KHz, 60 canales de 12 - 252 KHz.

La otra señal es utilizada como de control y monitoreo.

A este respecto debe recordarse, que en el sentido de transmisión, en el equipo distribuidor de banda base, se tienen filtros - que limitan la banda base de transmisión. Esto implica la eliminación de ruido y frecuencias espurias que pudieran existir fuera de la banda base.



ENLACE DE SATELITE DE B.B. A B.B.

FIGURA (4-J)

Las salidas de los disparadores SCHMITT son utilizadas para accionar un relevador que origine una señalización de alarma y comunicación; la señal de corriente directa obtenida en el punto "D", opera cuando la relación S/R disminuye a nivel de -43 dbm, indicando - fallo en el demodulador.

NOTA: El nivel máximo de ruido admisible, de acuerdo con las normas de CCIR, es cuando la relación S/R es de -43 dbm si la señal tiene un incremento de ruido y la relación S/R disminuye 10 db más, se dispara el segundo "disparador SCHMITT", obteniéndose una señal en el punto "E" que opera los relevadores uno y dos. El relevador número uno tiene como función - cortar la señal de comunicación sobre esa ruta y terminar el

equipo en su impedancia característica, mientras que el relevo-
dor RL 2, envía una señalización de alarma, indicando que ya ha
sido efectuada la operación anterior, es decir, se ha conmutado
la ruta de comunicación al equipo de reserva.

4.4. RECOMENDACIONES PARA LA SELECCION DE SITIOS DESTINADOS A ESTACIONES TERRENAS DENTRO DE LA REPUBLICA MEXICANA.

Por lo general, para el establecimiento de una Estación Terrena
es común encontrar varias alternativas, de las cuales se debe selec-
cionar y optimizar la que mejor cumple con los propósitos de servi-
cio, operación y mantenimiento; en base a lo anterior, se pueden -
concretar como requisitos esenciales los siguientes:

- 1.- Línea de vista a satélite.
- 2.- Disponibilidad de espacio para antena y equipos.
- 3.- Facilidades para entregar la señal.
- 4.- Características del terreno donde deberá quedar la estruc-
tura de antena.
- 5.- Condiciones climatológicas dominantes en el sitio seleccio-
nado.
- 6.- Facilidades de suministros de energía eléctrica y combusti-
bles, así como de comunicación para efectos de coordinación.

1.- Línea de Vista a Satélite.

De conformidad con los planes de operación, los satélites que serán utilizados estarán ubicados en la órbita ecuatorial entre -53° y 153° de longitud oeste, lo anterior significa que los ángulos de vista entre cualquier punto de la República Mexicana y los satélites estarán comprendidos en los cuadrantes geográficos sureste y suroeste.

Es conveniente realizar un perfil que muestre en detalle obstáculos más inmediatos, a fin de evitar obstrucciones físicas.

2.- Disponibilidad de Espacio para Antena y Equipos.

Los requerimientos de espacios para la estructura de antena, deberán ser una superficie cuadrada cuando menos de tres metros mayor que el diámetro de la antena.

El espacio para alojar los equipos dependerá de las facilidades que se dispongan, o bien, si se trata de un sitio en el que no existen facilidades algunas, el área recomendable es de cuatro por cuatro para una estación receptora, y de seis por cinco para una estación transmisora.

3.- Facilidades para Entregar la Señal.

Deberá ser seleccionada de entre las diferentes alternativas la que facilite una económica y confiable entrega de señal al usuario, pudiendo ser esta a través de un enlace corto de micro

ondas, o bien, mediante cable coaxial, procurando evitar tanto como sea posible el número de saltos, o bien, la longitud de cable en caso de que ésta sea la solución.

Aún cuando los ángulos de elevación a dirección de las satélites propuestos se espera no sea menor de 10° , se recomienda estimar los riesgos de interferencia radioeléctricas, particularmente en las bandas de frecuencias de 2 Gmz y 6 Gmz, a fin de evitar sobrecargas de dichas señales a la recepción o a la transmisión.

Los requisitos en este sentido deberán ser muy estrictos cuando se trate de una Estación Terrena transmisora, de conformidad con las especificaciones recomendadas para este tipo de servicios.

A fin de estimar anticipadamente las posibilidades de interferencia, se recomienda realizar un estudio del juego de frecuencias en servicio y que concurren en las proximidades y en la dirección del sitio donde quedará instalada la Estación Terrena.

4.- Características del Terreno donde deberá quedar la Estructura de Antena.

El costo de la cimentación que soportará la estructura de antena, depende en gran parte de la naturaleza del suelo en -

donde será realizada la instalación, por lo tanto, es necesario considerar para la selección de sitio, una calidad del suelo - que permita reducir en lo posible la inversión, procurando elegir una área con consistencia del suelo que no sea preferentemente fangosa, arenosa, rocosa o de arena expansiva, es decir, la consistencia deberá ser atendida en términos de resistencia por metro cuadrado.

5.- Condiciones Climatológicas Dominantes en el Sitio Seleccionado.

Los factores climatológicos más importantes a considerar son: la temperatura, lluvia, nieve y velocidad del viento.

Los más importantes son: la temperatura, lluvia y viento, y en particular este último; los diseños de la estructura de antena y de cimentación, son realizados comúnmente para soportar vientos hasta de 200 Km/H.

6.- Facilidades de Suministro de Energía Eléctrica y Combustibles.

A fin de completar una buena selección del sitio, se deberán tomar en cuenta las facilidades existentes de energía eléctrica, combustibles y de comunicación, a fin de incluir los gastos que se deriven para la completación de estos requisitos.

Es deseable seleccionar el sitio en partes que cuentan con -

caminos de acceso, líneas de energía eléctrica y de comunicación telefónica; así como se deberán tomar en cuenta las posibilidades de abastecimiento de combustibles.

4.5. REPORTE DE SELECCIÓN DE SITIOS.

Para cada uno de los sitios visitados, deberá integrarse una carpeta que incluya la información siguiente:

a).- Nombre del Sitio.

En este punto indicar el nombre mediante el cual se identificará de aquí en adelante, el lugar propuesto.

b).- Localización.

El lugar considerado deberá situarse en función de lo que se encuentre en sus inmediaciones, ya sean edificios, carreteras o caminos principales, ríos, montañas, etc., - indicando las distancias en metros y orientaciones respectivas para lo cual pueda auxiliarse de un mapa de la región.

c).- Coordenadas Geográficas.

Determinar con la mayor precisión las coordenadas geográficas (latitud y longitud), del sitio y anotarlas.

d).- Altura Sobre el Nivel del Mar.

Indicar la altura sobre el nivel del mar en metros.

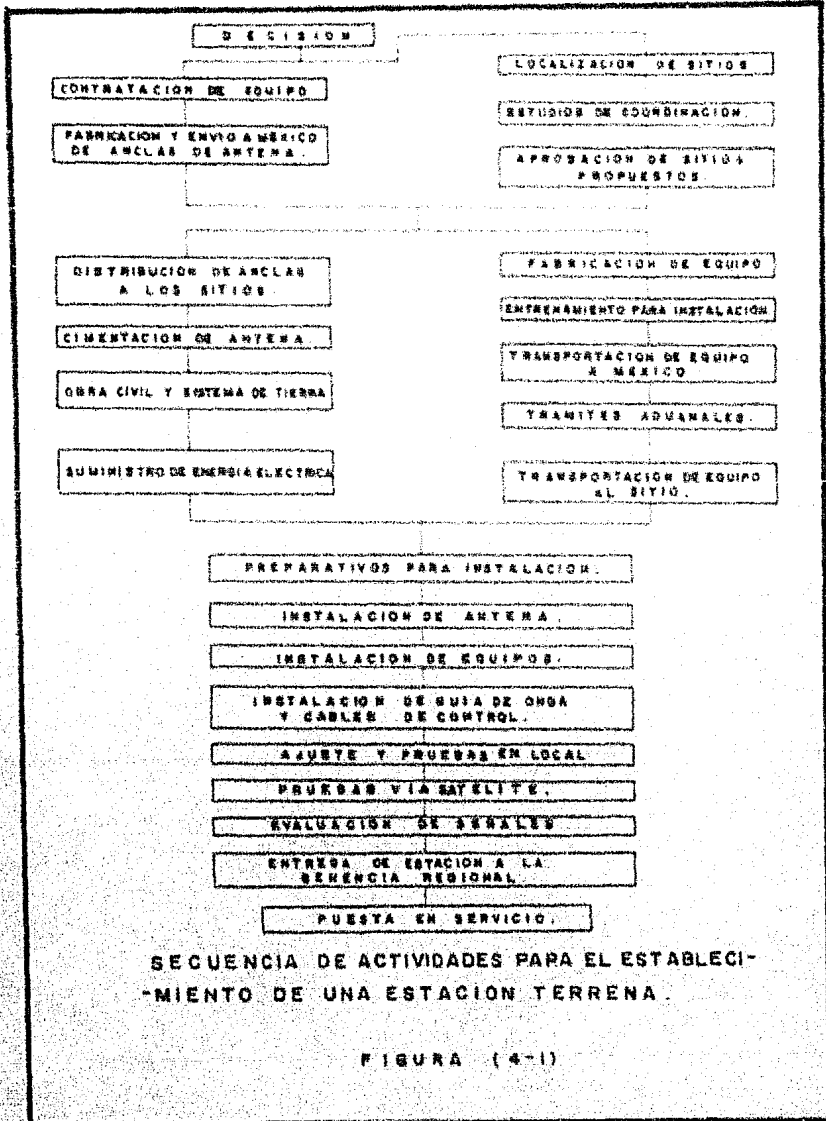
- e).- Las alrededores del lugar propuesto deberán describirse con la mayor riqueza de detalles posibles, anotando todo lo que lo rodea. Asimismo, deberá tomarse una serie de fotografías del lugar para una mejor comprensión de la escena y se anexarán en el reporte correspondiente.

f).- Arco Orbital.

La visibilidad de la antena hacia el arco orbital, donde se encuentran los satélites de comunicación, es de vital importancia, por lo que no deberán existir obstáculos físicos que la interfieran. Para asegurar lo anterior, se realizará un perfil del sitio, auxiliándose de un teodolito y una brújula, considerando el intervalo azimutal completo de 360°, tomando como referencia de inicio el norte geográfico.

4.6. ANTENA DE UNA ESTACION TERRENA.

Una de las partes principales de una Estación Terrena, indudablemente lo constituye la antena, o sea, el dispositivo que permita transformar las ondas electromagnéticas que se propagan en el espacio libre en otras similares, pero controladas a través de líneas de transmisión dirigidas y amplificadas para lo -



grar un fin determinado.

Naturalmente que la teoría de antenas y la física de propagación son elementos básicos para lograr un diseño apropiado, pero en el caso muy especial de la propagación, debe prestarse atención al medio en que se propaguen las ondas electromagnéticas, por un lado, según la frecuencia a la que se propaguen, se suceden distintos efectos que afectan a una forma u otra las ondas.

Por ejemplo, a bajas frecuencias, el medio de propagación es a través de ondas de tierra y cuando se llega a un nivel medio, existen tanto la propagación por tierra como por aire, y finalmente a altas frecuencias solo las ondas de aire, ya que la atenuación, a través de la tierra, es muy grande y la propagación imposible.

Independientemente de las recomendaciones generales de la UIT, Intelsat emite órdenes de carácter obligatorio para la mejor utilización del ancho de banda disponible en el satélite, de tal forma, que una Estación Terrena que cumpla con tales recomendaciones es llamada estación estándar, y por lo tanto, pueda tener acceso al satélite disfrutando de las tarifas normales de explotación.

Naturalmente que cualquier administración puede construir una Estación Terrena subestándar, o sea, una Estación que no cumpla con todas las normas obligatorias establecidas por Intelsat y que son estaciones que cuentan con antenas de un diámetro reducido, lo que

significa un gran ahorro de capital. Estas antenas subestandar tienen en consecuencia una ganancia inferior a las otras normalizadas, y requieren de una mayor potencia del satélite para poder canalizar los servicios. Como la potencia disponible en el satélite es el factor esencial que se toma como base para fijar las tarifas unitarias de acceso, cualquier estación que requiera de mayor potencia tiene que pagar una cantidad mayor que el uso del satélite y que corresponde a un ajuste proporcional a la potencia en exceso demandada. Esto significa que una Estación Terrena pequeña tiene un costo muy inferior comparado con una Estación Terrena estándar, a largo plazo puede resultar más costosa, dependiendo del uso a que es sometida. La Estación Terrena objeto del presente proyecto, es una Estación Terrena que deberá cumplir con las normas obligatorias establecidas por Intelsat, a fin de clasificarse entre las estándar, ya que su tráfico internacional es bastante importante y el uso de una estación pequeña elevaría considerablemente el costo de explotación por pago de uso del satélite.

Desde el punto de vista de la inversión, naturalmente que el sistema más importante es el de antena, ya que la figura de calidad de la misma es directamente proporcional al diámetro, es decir, a mayor diámetro mayor ganancia y en consecuencia se obtiene una relación señal a ruido mucho mayor. Si se considera que el costo de la antena corresponde aproximadamente a 30% de la inversión total.

Las siguientes son las normas internacionales más importantes -

que deben satisfacerse para lograr una Estación Terrena estandar y que corresponden únicamente al sistema de antena.

1.- Relación ganancia a temperatura de ruido.

Para asegurar la máx completa flexibilidad en el desarrollo del sistema global y la mejor utilización del segmento espacial, se debe lograr en los sistemas de recepción una relación ganancia a temperatura de ruido G/T de 40.7 dB, a 5° de elevación, bajo condiciones de cielo despejado y una ganancia mayor a 57 dB. G es la ganancia de la antena medida en 4 GHz, a la entrada de un amplificador de bajo ruido expresado en dB; y T es la temperatura de ruido del sistema de recepción referida a la entrada de un amplificador de bajo ruido expresado en °K.

La aprobación de una Estación Terrena en la categoría de Estación Terrena estandar, se obtendrá únicamente si se reúnen las siguientes dos condiciones mínimas que se aplican para la operación en la dirección del satélite y para la polarización seleccionada bajo condiciones de cielo despejado, vientos ligeros y para cualquier frecuencia dentro de la banda comprendida entre los 3705 a 4195 MHz.

Dichas condiciones son las siguientes:

$$G/T = 40.7 + 20 \log F/4$$

$$G \geq 57 + 20 \log F/4$$

En donde F es la frecuencia de recepción expresada en GHz.

Si después de que una Estación Terrena ha sido construida se encuentra que no reúne el valor de G/T requerido, entonces - la Estación será considerada todavía como una Estación Terrena estándar, si la relación G/T no es inferior a los 39 dB. Sin embargo, como la densidad del flujo generado por el satélite será la correspondiente a la G/T especificada, los propietarios de tal Estación correspondiente experimentarán una pérdida en el margen de operación.

2.- Polarización.

Los satélites Intelsat IV-A, requieren polarización circular izquierda para transmisión y polarización circular derecha, para la recepción por la Estación Terrena.

3.- Maniobrabilidad de la Antena.

La maniobrabilidad de la antena será tal, que deberá ser compatible con satélites geostacionarios a ángulos de elevación de la Estación Terrena no inferiores a 5°, con una deriva de $\pm 10^\circ$. Debe tomarse en cuenta que bajo condiciones nominales Intelsat, deberá mantener la inclinación de sus satélites mejor que ± 0.5 grados.

Inclinaciones en exceso no son deseables, por lo que las Estaciones Terrenas no preparadas para una gran capacidad de maniobra, corren bajo riesgo de no mantener la continuidad del servicio.

La Estación Terrena objeto del presente proyecto, estará diseñada para operar con satélites Intelsat, los cuales se mueven en una órbita casi estacionaria situada aproximadamente a 35860 Kms. Sobre la superficie de la tierra, en el día no ecuatorial la característica síncrona de la órbita, permite un diseño de antena menos complicado, ya que la variación de los ángulos azimuth y de elevación de la misma, a través del tiempo es muy pequeña y la máxima deriva de los satélites sobre el plano ecuatorial es de $\pm 0.3^\circ$.

Por lo anterior, cuando se trata de diseñar una antena para los satélites Intelsat, no son tan importantes las características de deriva sobre su órbita para calcular o para diseñar el tipo de antena necesaria, sino más bien, el arco orbital sobre el cual se desea operar, ya que en ocasiones como es el caso de esta Estación, es necesario que la misma opere con más de un satélite situados en distintos puntos sobre un determinado arco orbital. Naturalmente que se entiende que la operación con más de un satélite no es simultánea, sino más bien se refiere a aquellos casos en que por razones de operación, se requiere trabajar con otro satélite distinto a aquel con el cual se opera normalmente.

La antena debe ser del tipo direccional, para lograr la máxima ganancia en la dirección del satélite y para alcanzar

este objetivo las antenas más utilizadas son las de forma parabólica, las cuales pueden tener distintas variaciones y especialmente por lo que respecta a la posición del subreflector y el tipo de alimentación empleada. Cada la directividad de la antena, no es posible operar con más de un satélite, ya que el ancho de banda del haz para antenas de diámetro de 30 metros, es de aproximadamente de una décima de grado y los satélites se encuentran separados de 2.5° a 5° uno del otro.

El carácter internacional de Intelsat requiere que las comunicaciones, a través de sus satélites sean posibles entre el mayor número de países del globo. La limitación que existe es la comunicación a los puntos situados en los polos, ya que dichos satélites están ubicados sobre el plano ecuatorial a 35860 kms. de altura, con objeto de lograr la órbita sincrónica deseada; de ahí que los puntos extremos de norte y sur quedan fuera de los patrones de radiación, debido a la propia curvatura de la tierra.

4.7. ANGULOS DE OPERACION.

Los aspectos fundamentales en la selección de un sitio para una Estación Terrena, son de especial importancia los ángulos de operación, elevación y azimuth. Con los cuales normalmente trabajará la antena.

Este estudio se enfoca básicamente a aquellos tipos de antena y

Estaciones Terrestres que operan con satélites Intelsat, cuya característica principal lo constituye el hecho de ser del tipo geostacionario y su órbita casi circular se encuentre sobre el plano del ecuador.

Para operación con este tipo de satélites estacionarios, con respecto a un punto determinado de la tierra, el parámetro geométrico más importante, es el ángulo de elevación, ya que la característica de funcionamiento de la antena, así como la calidad de los servicios de telecomunicación que presta, son proporcionales al mismo.

Los satélites Intelsat operan entre regiones básicas y normalmente cada región está atendida por un satélite primario y otro de reserva en órbita, el cual constituye el apoyo para casos de falla del satélite primario.

Sobre este único punto conviene pues considerar, que el sitio seleccionado para la ubicación de la Estación Terrestre será tal, que el rango de elevación de la antena le permita observar cuanto menos, al satélite normal y de reserva de una determinada región, tomando en consideración la separación entre ambos.

Las bandas de frecuencias con las que operan los satélites Intelsat, están compartidas con sistemas de comunicación terrestre, especialmente las de 6 y 4 GHz, por lo que es necesario extremar los estudios de coordinación, con objeto de evitar interferencias espacio-

tierra ó tierra - espacio. En la localización de un sitio para la ubicación de una antena de comunicación por satélite que opere en bandas compartidas, es una buena costumbre considerar una protección natural para evitar interferencias, tal como la constituya un valle que por sus cerros y montañas es una barrera en ambos sentidos para las ondas.

Debe tenerse mucho cuidado en la distancia a la que se encuentra la barrera del sitio seleccionado y a la altura de la misma, ya que ésta afectará directamente las posibilidades de operación en elevación del sistema de antena. Cuando se encuentran perfectamente definidos los satélites con los cuales se va a operar y en consecuencia se conoce el arco orbital de operación, puede olvidarse el detalle de altura y distancia de toda la barrera natural y considerar únicamente aquella sección de la misma, localizada en la línea de vista entre la antena y el punto sobre el arco orbital, correspondiente al ángulo de elevación mínimo de la misma. Sobre esa línea en especial, es necesario considerar que Intelsat exige que las características de funcionamiento de una Estación Terrena se cumplan para ángulos de elevación de hasta 5° .

Este fija el límite mínimo de operación en el ángulo de elevación y para cumplirlo, debe considerarse que la barrera natural debe encontrarse en consecuencia en un ángulo de elevación inferior a 5° , como por ejemplo a 3° , con respecto al punto seleccionado para la localización de la antena.

El ángulo máximo de elevación de antena, normalmente queda establecido por el hecho de que cuando apunta hacia el zenit, ofrece la mayor resistencia al viento y en consecuencia es deseable que esta posición correspondiente a un ángulo de elevación de 90° , sea posible, con objeto de asegurar y proteger la antena cuando las condiciones climatológicas del sitio, especialmente debidas a fuertes velocidades de viento sean adversas.

Entre mayor sea la distancia a la que se encuentre la Estación Terrena, con respecto a la proyección del satélite sobre el Ecuador, menores serán los ángulos de elevación, menor la calidad de servicio que ofrece la Estación Terrena si no se efectúa un diseño cuidadoso del sistema de recepción y antena.

El ángulo de azimuth es un parámetro geométrico de apoyo en la operación con satélites geostacionarios, especialmente para compensar el movimiento de deriva propio de los satélites, o en su defecto, el movimiento longitudinal de los mismos, cuando se encuentran ubicados muy al norte o al sur del globo terrestre.

4.8. DIRECTIVIDAD DE UNA ANTENA PARABÓLICA.

La directividad de una antena parabólica ideal, corresponde a la ganancia de la misma cuando su eficiencia es del 100%, es decir, cuando el valor de la potencia generada por la fuente primaria es igual a la potencia entregada por todo el sistema de antena y por -

El ángulo máximo de elevación de antena, normalmente queda establecido por el hecho de que cuando apunta hacia el cenit, ofrece la menor resistencia al viento y en consecuencia es deseable que esta posición correspondiente a un ángulo de elevación de 90° , sea posible, con objeto de asegurar y proteger la antena cuando las condiciones climatológicas del sitio, especialmente debidas a fuertes velocidades de viento sean adversas.

Entre mayor sea la distancia a la que se encuentre la Estación Terrena, con respecto a la proyección del satélite sobre el Ecuador, menores serán los ángulos de elevación, menor la calidad de servicio que ofrece la Estación Terrena si no se efectúa un diseño cuidándose del sistema de recepción y antena.

El ángulo de azimut es un parámetro geométrico de apoyo en la operación con satélites geostacionarios, especialmente para compensar el movimiento de deriva propio de los satélites, o en su defecto, el movimiento longitudinal de los mismos, cuando se encuentran ubicados muy al norte o al sur del globo terrestre.

4.8. DIRECTIVIDAD DE UNA ANTENA PARABÓLICA.

La directividad de una antena parabólica ideal, corresponde a la ganancia de la misma cuando su eficiencia es del 100%, es decir, cuando el valor de la potencia generada por la fuente primaria es igual a la potencia entregada por todo el sistema de antena y por

lo tanto, la relación entre estas es igual a uno, y la ganancia de la antena es máxima.

En este caso, la directividad g de la antena viene dada por la fórmula:

$$g = \frac{4 \pi A}{\lambda^2}$$

En donde A es igual al área de la apertura del reflector principal. Otra manera de representar la misma fórmula en función del diámetro del paraboloide circular es:

$$g = \frac{(\pi D)^2}{\lambda^2}$$

En la Figura (4m) se ve que al aumentar la eficiencia aumenta la ganancia.

4.9. GANANCIA DE UNA ANTENA PARABOLICA.

La ganancia real de una antena parabólica, es el producto de su directividad por la eficiencia de la misma, expresando ésta matemáticamente sería:

$$G = g \eta$$

Y sustituyendo el valor de g en la fórmula resulta:

$$G = \frac{4 \pi A}{\lambda^2} \eta = \frac{(\pi D)^2}{\lambda^2} \eta$$

$$\eta = 0.7 \text{ para antenas de 32 metros.}$$

En este tipo de diseño es muy importante que el ingeniero pueda

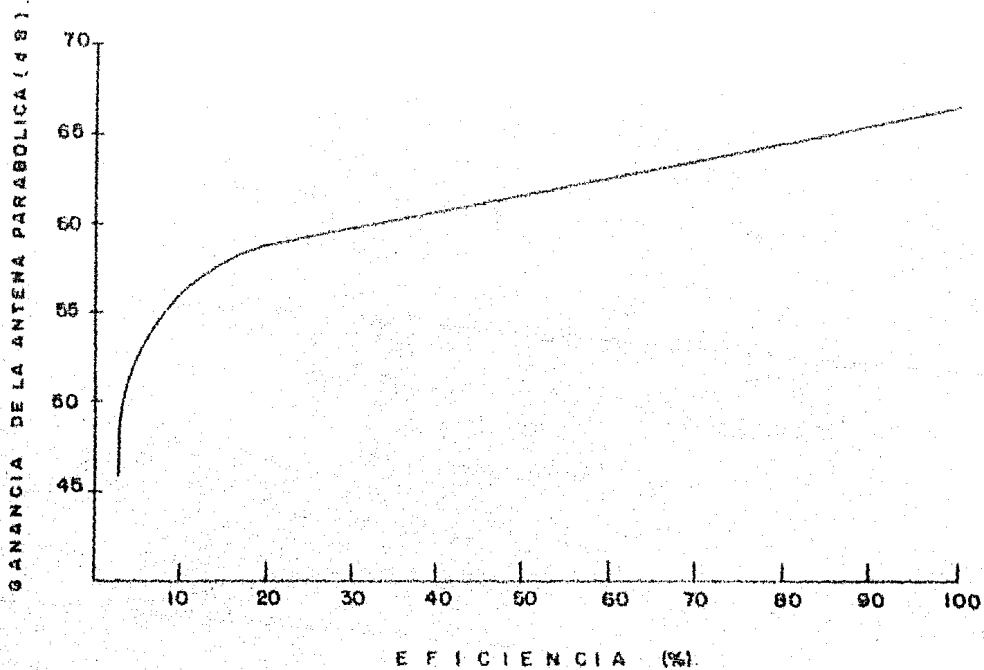


FIGURA (4-m)

decidir el grado de eficiencia que requiera para el sistema de antenas.

4.10. CALCULO DE ANGULOS DE OPERACION.

$$\theta_{A1} = \tan^{-1} \frac{Z_0}{\sqrt{X_0^2 + Y_0^2}} \quad (\text{grados})$$

$$\theta_{A2} = 180 + \tan^{-1} \frac{Y_0}{X_0} \quad (\text{grados})$$

Donde $X_0 = g_s \cos (\lambda_e - \lambda_s) \cos \beta_e$

$$Y_0 = g_s \sin (\lambda_e - \lambda_s)$$

$$Z_0 = g_s \cos (\lambda_e - \lambda_s) \cos \beta_e - a_e$$

$g_s = 42165 \text{ Km}$ (radio de la órbita del satélite)

$\lambda_s =$ Longitud del satélite.

$\lambda_e =$ Longitud de E/T

$\beta_e =$ Latitud de E/T

$a_e =$ Radio de la tierra (6378 Km)

Ya que la mayor parte de la información es a través del satélite Intelsat V, ubicado a 53°W, los cálculos se harán con respecto a ese satélite.

$$\lambda_s = 111.39^\circ \text{W}$$

$$\beta_a = 28.85^\circ \text{N}$$

$$\lambda_a = 53^\circ \text{W}$$

$$X_o = g_a \cos(\lambda_a - \lambda_s) \sin \beta_a = 42165 \cos(111.39^\circ - 53^\circ) \sin 28.85^\circ$$

$$X_o = 10665.52$$

$$Y_o = g_a \sin(\lambda_a - \lambda_s) = 42165 \sin(111.39^\circ - 53^\circ) = 35909$$

$$Z_o = g_a \cos(\lambda_a - \lambda_s) \cos \beta_a = 42165 \cos(111.39^\circ - 53^\circ) \cos 28.85^\circ$$

$$\cos 28.85^\circ = 0.876 \text{ N} = 12977.33$$

$$\theta_{AZ} = 180 + \tan^{-1} \frac{Y_o}{X_o}$$

$$\theta_{AZ} = 180 + \tan^{-1} \frac{35909}{10665.52} = 180^\circ + 73.45^\circ = 253.45^\circ$$

$$\theta_{e1} = \tan^{-1} \frac{Z_o}{\sqrt{X_o^2 + Y_o^2}}$$

$$\theta_{e1} = \tan^{-1} \frac{12977.33}{\sqrt{(10665.52)^2 + (35909)^2}}$$

$$\theta_{e1} = \tan^{-1} \frac{12977.33}{\sqrt{113753316.8 + 1288453281}}$$

$$\theta_{e1} = \tan^{-1} 0.346436 = 19.10^\circ$$

$$\theta_{e1} = 19.10^\circ$$

4.11 CALCULO DE LA DISTANCIA DE LA ESTACION TERRESTRE AL SATELITE INTELSAT V

$$d = \sqrt{x_0^2 + y_0^2 + z_0^2} \quad (\text{Km})$$

$$x_0 = g_0 \cos(\lambda_0 - \lambda_s) \sin \beta_0$$

$$y_0 = g_0 \sin(\lambda_0 - \lambda_s)$$

$$z_0 = g_0 \cos(\lambda_0 - \lambda_s) \cos \beta_0 - a_0$$

$$x_0 = 10665.52$$

$$y_0 = 35909$$

$$z_0 = 12977.33$$

$$d = \sqrt{(10665.52)^2 + (35909)^2 + (12977.33)^2}$$

$$d = \sqrt{1.577 \times 10^9} = 39643 \text{ Km}$$

$$d = \underline{39643.6 \text{ Km}}$$

4.12. SISTEMA MULTIPLEX

Es una regla general que las Estaciones Terrestres esten alejadas de áreas metropolitanas, en donde se localizan los centros telefónicos internacionales, debido a que de esta forma se minimizan los problemas de interferencias que pudieran afectar el buen funcionamiento de la Estación Terrestre, así pues, se requiere tener una extensión terrestre de comunicación que enlace ambos puntos. El enlace que conecta la Estación Terrestre con la terminal metropolitana,

independientemente del tipo que sea (microondas o cable coaxial), necesariamente se encuentra asociado con un equipo múltiple.

Por otra parte, una característica de los sistemas de multiplexión por satélite es la de que cada Estación Terrena envía, por medio de cada una de sus portadoras, una banda base configurada previamente que tendrá que ser recibida por todas aquellas Estaciones correspondientes, las cuales deben tomar exclusivamente la información que es de su interés particular, esto implica, que por cada banda base recibida, se tendrá que emplear un equipo múltiple que extraiga la información sin que necesariamente se degrade, hasta nivel de canal de voz.

Esta información será transferida al equipo múltiple correspondiente al enlace terrestre y reconstruida dentro de su banda base. El sistema múltiple en un sistema de comunicaciones por satélite; se divide en múltiple del enlace al satélite y múltiple del enlace terrestre. La interconexión de ambos sistemas es realizada en el sitio de la propia Estación Terrena; en realidad no existe ninguna diferencia en cuanto a los principios fundamentales de funcionamiento, tanto del equipo múltiple del enlace al satélite, como el del equipo múltiple del enlace terrestre, ya que ambos deben estar diseñados de acuerdo a las normas estipuladas por el C.C.I.T.T., para sistemas que emplean la técnica de múltiple por división de frecuencia, sin embargo, en las bandas bases del enlace hacia el satélite, se han previsto capacidades -

específicas que van desde 24 hasta 1672 canales, pero por razones técnicas principalmente, estas bandas base utilizan como límite inferior de frecuencia el de 12 KHz, a diferencia de 50 KHz que es el límite inferior generalmente utilizado en los enlaces terrestres; esto permite el mejoramiento de la relación de señal a ruido debido a que en un sistema de modulación por frecuencia esta relación es inversamente proporcional al cuadrado de la frecuencia más alta de una determinada banda base, y como consecuencia, se logra la reducción de potencia radiada por el satélite y además se reduce el ancho de banda ocupado por la señal modulada en frecuencia.

El equipo múltiple para el enlace con el satélite y el enlace terrestre, ambos están generalmente interconectados en la Estación Terrestre a nivel de grupo, es decir, en arreglos de 12 canales telefónicos. Un dispositivo importante que está localizado en la estación terminal es el supresor de eco que es empleado en cada circuito de voz, con objeto de impedir que la propia voz del abonado se retorne a él mismo, después de haber ido y venido hasta la híbrida del lado receptor que convierte el circuito telefónico de 4 a 2 hilos, provocando con esto que el abonado parlante se confunda, ya que su voz de retorno será escuchada 300 ms. después.

Tanto equipos correspondientes al enlace terrestre, como equipos pertenecientes al enlace satélite, integran la sección de equipo múltiple de comunicación.

Por lo que se refiere al equipo múltiplex del enlace terrestre de la Estación Terrena, una vez que recibe la banda base, se efectúa un proceso de desarticulación en supergrupos y éstos a su vez son posteriormente divididos en grupos de 12 canales de voz, la mayoría de los cuales serán interconectados con el equipo múltiplex de satélite, generalmente por medio de filtros de grupo. Por otra parte, los grupos que provienen del lado del satélite son articulados primero en supergrupos y posteriormente constituidos en una banda base que es alimentada al modulador del equipo de enlace terrestre.

En cuanto al equipo del enlace al satélite, los grupos procedentes son reagrupados en supergrupos y posteriormente son constituidos una o varias bandas bases de acuerdo al número de portadoras que la Estación Terrena tenga asignadas para transmitir.

La banda base de transmisión hacia el satélite, siempre está constituida por un grupo "A" y los subsiguientes grupos y supergrupos de acuerdo a su capacidad, por lo que el grupo "A" generalmente se integra a la banda base, en el último paso de transmisión. A la recepción del satélite existen tantas bandas bases como portadoras telefónicas de multicanal se estén demodulando, y de diferentes capacidades, así que, no toda la información en cada una de las bandas bases va destinada a una sola Estación Terrena, sin embargo, para cada banda base se requiere un equipo múltiplex que sea capaz de extraer el supergrupo de interés, y poste -

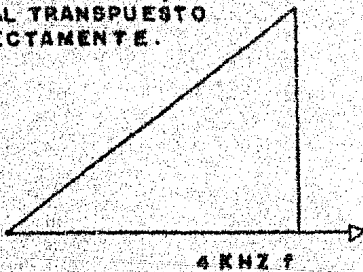
ricamente el grupo o grupos que contiene la información destinada a esta Estación. Los grupos así obtenidos son conectados al equipo múltiple de enlace terrestre de la Estación terrestre, generalmente por medio de filtros.

Definición de Conceptos.

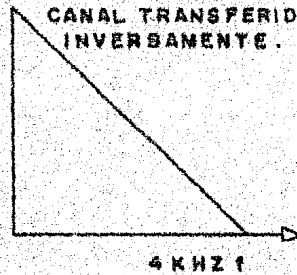
Grupo Básico.

Este grupo también llamado grupo primario, es un conjunto de 12 canales telefónicos transpuestos en donde cada canal ocupa un ancho de banda de 4 KHz, pero sólo se utilizan 3000 Hz, en el intervalo de 300 a 3000 Hz. Estos canales de 4 KHz se agrupan uno al lado de otro, con lo que la banda ocupada por los 12 canales será de 48 KHz. Los canales de un grupo son todos arreglados en el mismo sentido, al que pueda ser "Directo" o "Inverso".

CANAL TRANSPUESTO
DIRECTAMENTE.



CANAL TRANSFERIDO
INVERSAMENTE.



CANALES TELEFONICOS DIRECTO E INVERSO.

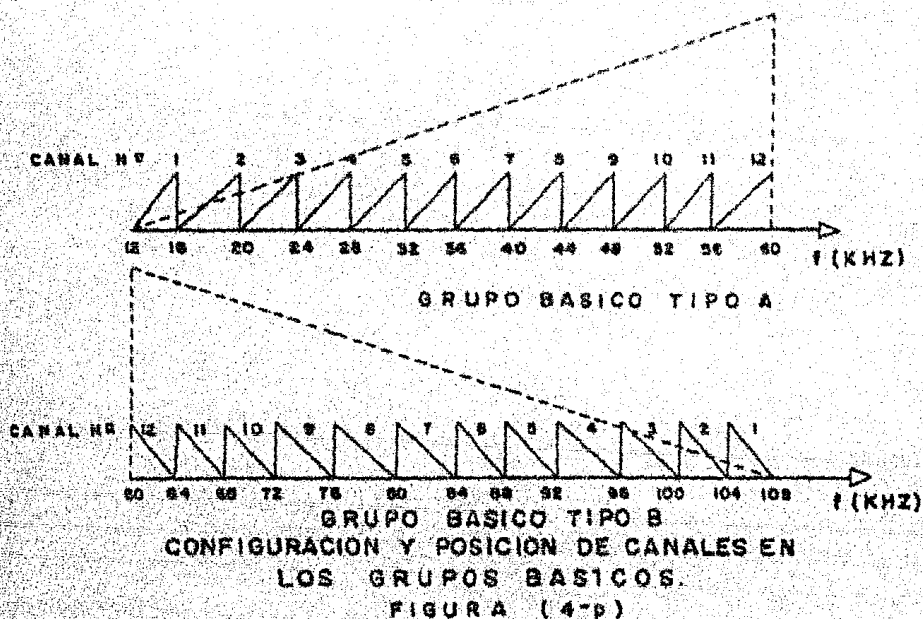
FIGURA (4 - e)

Existen 2 tipos de grupos básicos: el grupo básico tipo "A" que ocupa banda de 12 a 108 KHz y al grupo básico tipo "B" que ocupa el intervalo de 60 a 108 KHz.

El grupo tipo "A" se forma colocando los 12 canales en sentido directo, es decir, heterodinando estos con portadoras virtuales de 12, 16, ... 52 y 56 KHz; y transmitiendo solo la banda lateral superior de cada mezcla.

El grupo tipo "B" se integra utilizando las frecuencias portadoras virtuales de 64, 68, ... 104 y 108 KHz, transmitiendo la banda lateral inferior de cada heteroducción, transmitiendo por lo tanto, en sentido invertido cada uno de los canales.

En la Figura se muestra la composición de los grupos tipo "A" y tipo "B".



Super Grupo Básico.

Un supergrupo básico, también llamado grupo secundario, consiste de un agrupamiento de cinco grupos básicos en el mismo sentido, -- puesto uno al lado de otro sin espacio entre los propios grupos que lo forman. Los grupos básicos que forman un supergrupo, pueden ser tipo A o tipo B antes de su transposición, pero después de haber sido modulados con una portadora adecuada quedan agrupados en sentido directo, como está indicado en la Figura, formando el supergrupo básico que ocupa una banda de 312 a 632 KHz.

El supergrupo básico es siempre directo, pero en un agrupamiento de varios supergrupos para constituir una banda básica, todos son colocados en sentido inverso, uno a un lado de otro; al cual es simplemente colocado en el arreglo de la banda sin sufrir ninguna transposición; esto siempre y cuando la capacidad de la banda base sea mayor a los 120 canales. Ciertos intervalos son dejados libres entre los supergrupos, dos son de 12 KHz y se localizan entre el primero y el segundo; y entre el segundo y el tercer supergrupo; los otros son de 8 KHz entre todos los demás supergrupos.

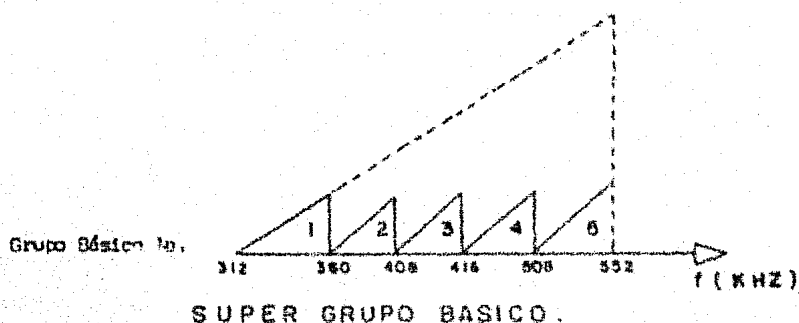
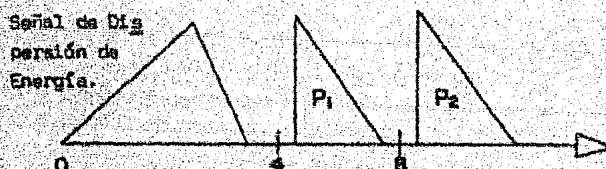


FIGURA (4-q)

Canales de Servicio Incorporados a la Banda Base.

Las bandas inferiores a 12 KHz en la banda base de transmisión hacia satélite, servirán para acomodar dos canales de servicio con una separación nominal de 4 KHz. Estos canales de servicio se incorporan en la banda base, en la forma de bandas laterales. Invertidas en rangos de frecuencias de 4 a 8 KHz y de 8 a 12 KHz, pudiendo contener cada canal de servicio un canal telefónico y cinco canales telegráficos como máximo. En la figura se muestra la disposición para los canales de servicio.



CANALES DE SERVICIO

FIGURA (4-r)

Cuando una portadora se envía a un solo destino, los canales de servicio, tanto de ida como de retorno, revisten la forma de una conexión en 4 hilos entre el equipo terminal de canales de servicio - de las Estaciones Terrenas.

Tratándose de portadoras a múltiples destinos, la disposición es mas compleja, ya que el canal de ida puede dar servicio a varias estaciones y el canal de retorno puede ser compartido con otras estaciones receptoras. Como estos canales son compartidos por varios usuarios, el establecimiento de una conexión en 4 hilos solo es posible cuando los canales apropiados de ida y de retorno estan libres.

En cualquier caso, la asociación de los canales de ida y de retorno y su conexión en la estación o en puntos distantes, puede hacerse automática o manualmente, según las instalaciones locales con que se cuenta.

Configuración de la Banda Base de Audio, Asociado a la T.V.

Para la del audio asociado a la televisión por medio de los satélites Intelsat, se hace uso de una portadora telefónica modulada en frecuencia similar a las empleadas para transmisión de portadoras multicanal para telefonía. Cuando se requiera la transmisión de un servicio de televisión, las señales de video y sonido asociado para el programa, se transmiten en forma simultáneas en diferentes portadoras incluyendo la de sonido, los canales de coordinación

y comentarios.

Existen dos tipos de canal de programa de audio que están basados en recomendaciones del C.C.I.T.T.: uno llevado tipo A, con un ancho de banda de 0.05 a 10 KHz; el otro, conocido como tipo B, con un rango de frecuencias de 0.05 a 6.4 KHz, siendo el tipo A el comúnmente empleado por Intelsat.

El canal de programa tipo A, requiere de un ancho de banda de frecuencia equivalente al empleado para otros canales telefónicos, y se sitúa dentro del grupo A, de la banda base de la portadora de audio, ocupando el lugar destinado a los canales 4, 5 y 6, haciendo uso de una frecuencia virtual de 95.5 KHz, con lo que el canal de programa es trasladado en el rango de 85.5 a 95.45 KHz, dentro del grupo básico tipo B, el que es luego transferido a grupo básico tipo A, ocupando el rango de 24.55 a 34.5 KHz.

En la banda base de la señal de audio, asociada a la T.V., se provee espacio para colocar dos canales de servicio en el rango de 4 a 12 KHz.

Resultando de este proceso que la señal compuesta de banda base cubre el rango de 4 a 108 KHz, y ya configurada de esta manera es alimentada el modificador correspondiente al audio asociado a la televisión.

Así pues, la capacidad de una portadora de audio de televisión, puede ser de un canal de sonido tipo A y 21 canales de coordinación y

comentarios, o dos canales de sonido tipo A y 16 canales de coordinación y comentarios.

Descripción de las partes principales del equipo múltiplax:

1.- Equipo Terminal de Transformación 2/4 Hilos.

Este equipo terminal es utilizado para la transformación de 2 a 4 hilos entre el lado del tablero del conmutador telefónico y el lado del equipo trasladador de canal. Está constituido principalmente por bobinas híbridas, redes de balanceo y dispositivos de señalización.

2.- Equipo de Traducción de Canal.

El equipo consiste de dispositivos de traducción de canal y pragrama, además de circuitos de señalización. Su función es la de trasladar señales de frecuencia de voz, a grupos básicos tipo B y viceversa.

3.- Equipo de Traducción de Grupo.

Este equipo está constituido por etapas trasladadoras de grupo, y su funcionamiento consiste en trasladar 5 grupos básicos tipo B a un supergrupo básico y viceversa.

4.- Equipo de Filtros de Grupo.

Este equipo tiene como propósito fundamental, el de intercon-

nectar al equipo de multiplexaje para satélite y el equipo de multiplexaje de enlace terrestre de una Estación Terrena en - grupos básicos tipo "B" en la banda de frecuencia de 50 a 108 MHz.

5.- Equipo Motor de Grupo "A".

Esta motor tiene la función de trasladar un grupo básico tipo B (50 - 108 MHz) ó a grupo básico tipo A (12 - 50 MHz y viceversa).

6.- Equipo de Instalación de Supergrupo.

La función del equipo trasladador de supergrupo, consiste en agrupar los supergrupos básicos que reciben en una configuración de banda base. Por otra parte, cuando éste mismo equipo recibe una banda base la divide en supergrupos básicos.

4.13. SISTEMA DE ENERGIA ELECTRICA.

Indudablemente, el sistema de suministro de energía eléctrica de una Estación Terrena, representa el aspecto vital para su funcionamiento, ya que constituye en sí la energía básica o primaria que se convertirá en energía capaz de generar los servicios de comunicación.

Los criterios aplicables a la selección del sistema de suministro de energía eléctrica más apropiado, varían de acuerdo a distintas si-

tuciones, entre las que se encuentran la facilidad de contar con energía eléctrica pública, la necesidad de instalar plantas propias de generación, la confiabilidad y costo de los combustibles requeridos, la posibilidad de aceptar algunos cortes en la comunicación, - etc.

Algunos equipos que componen una Estación Terrena, requieren - del suministro continuo de energía eléctrica, como es el caso de los equipos receptores enfriados, los cuales trabajan a un alto vacío - para mantener su baja temperatura. La falta de energía eléctrica - produce cortes que no son necesariamente proporcionales al tiempo - de interrupción de la energía, sino que después de restablecida esta, se requiere más tiempo para recuperar el vacío en los contenedores de dichos receptores.

En otros casos como el del sistema de transmisión, después de - la interrupción de energía eléctrica, se requiere un cierto tiempo de retardo antes de aplicar el alto voltaje a la válvula de transmisión, y de esa manera dar tiempo a la preparación satisfactoria - de los filamentos de la válvula de alta potencia.

Definición de Conceptos:

Criterio de Interrupción.

En el diseño de un sistema de suministro de energía eléctrica - para una Estación Terrena, debe decidirse en primer lugar, cual será el criterio de interrupción aplicable al sistema, es decir, has-

ta qué punto será permitido que los servicios de telecomunicaciones que prestan a través de dicha Estación Terrena puedan ser interrumpidos en número y en tiempo.

Se pueden dividir en 3 sistemas el suministro de energía eléctrica, desde el punto de vista del criterio de interrupción.

- 1.- Sistema de interrupción variable.
- 2.- Sistema de interrupción breve.
- 3.- Sistema de no - interrupción.

Sistema de Interrupción Variable.

El suministro de interrupción variable es aquel formado por una sola fuente de suministro de energía eléctrica que no cuenta con apoyo alguno y por lo tanto, las interrupciones de servicio de telecomunicación son proporcionales al número de interrupciones que se sucedan en la fuente de energía primaria y al tiempo que se prolongue dicha interrupción.

En la práctica se encuentran este tipo de sistemas, alimentados normalmente por una línea pública de energía eléctrica y por lo tanto, los servicios de telecomunicación que presta la Estación Terrena dependerán directamente de la confiabilidad del sistema público de energía eléctrica. En algunos casos, especialmente en aquellos en que no se cuenta con la posibilidad de generación propia en el sitio, debido a que no existan los recursos naturales necesarios, se

opta por este tipo de solución. En algunos casos, cuando dicha fuente de energía pública alimenta cargas definidas como son: fábricas, industrias, etc., que no operan normalmente a ciertas horas del día o durante días de la semana, es necesario un controlador de los parámetros que permita regular la alimentación a los equipos de la Estación Terrestre, ya que especialmente el voltaje variará en algunos casos en un valor mayor del 10%.

Sistema de Interrupción Breve.

En el sistema de interrupción breve o de conmutación rápida, se cuenta normalmente con dos o más fuentes de alimentación de energía eléctrica de origen distinto, y una de ellas sirve de apoyo a la considerada como principal, o en su defecto, cuando es un sistema de generación propia en sitio; los generadores se alternan con objeto de lograr la energía eléctrica necesaria.

En todos los casos sucede una breve interrupción durante la transferencia de la carga de la energía eléctrica a la fuente de apoyo, o en su defecto, en el caso de dos motogeneradores en sitio, la interrupción sería en el momento del cambio de un motogenerador al otro.

Sistema de No-Interrupción.

El sistema de no-interrupción, es aquel basado en dos o más fuentes primarias de energía y un dispositivo que permita almacenar

nar energía y mantener la alimentación a los equipos de telecomunicación en los tiempos breves de conmutación de una fuente a otra. - El sistema de no-interrupción es el más ampliamente utilizado en el grupo de Estaciones Terrestres Internat, y garantiza una alta confiabilidad en los servicios públicos de telecomunicación.

Existen dos sistemas principales de tipo no-interrupción, los cuales se distinguen por el dispositivo empleado para almacenar la energía y suministrarla durante los períodos de conmutación.

1.- Sistema Rotatorio.

El sistema rotatorio conocido también como sistema dinámico, consiste normalmente de un motor eléctrico que mueve dos volantes de gran masa y un generador que alimenta directamente la carga. El motor se alimenta normalmente de la línea pública, y en caso de interrupción, se genera un comando que opera automáticamente una máquina de reserva que continúa manteniendo el movimiento de las masas de inercia y del generador acoplado. Durante el tiempo de ausencia de la energía eléctrica sucedido entre el momento de falla de la línea pública y el momento en que la máquina de reserva está en condiciones de aceptar la carga que representan los voltajes de inercia y el generador acoplado, la energía potencial almacenada en dichos volantes mantiene en movimiento el generador que continúa suministrado durante la conmutación la energía eléctrica necesaria a los equipos de comunicación.

Una de las desventajas del sistema rotatorio en comparación con el otro sistema (sistema estático), es que requiere de espacios especiales que soporten su gran peso y las vibraciones ocasionadas por el mismo. En ocasiones es necesario instalar material acústico en la obra civil, con objeto de amortiguar el ruido producido por el sistema.

2.- Sistema Estático.

El sistema estático de no - interrupción de energía eléctrica está siendo usado ampliamente en las modernas estaciones terrenas que emplean satélites Intelsat, ya que si bien es cierto; al principio creaban problemas debido principalmente a las partes electrónicas que forman sus componentes, la tecnología actual se ha desarrollado en tal forma en este campo que se puede lograr una mayor disponibilidad en este sistema comparado con el tipo rotatorio o dinámico.

El sistema estático recibe este nombre debido a que no hace uso de la energía dinámica para la continuidad del servicio, sino que almacena energía eléctrica, haciendo uso de bancos de baterías apropiados, mismas que suministran energía eléctrica durante el momento en que sucede la falla de la línea pública y el momento en que la máquina de emergencia está - lista para aceptar la carga.

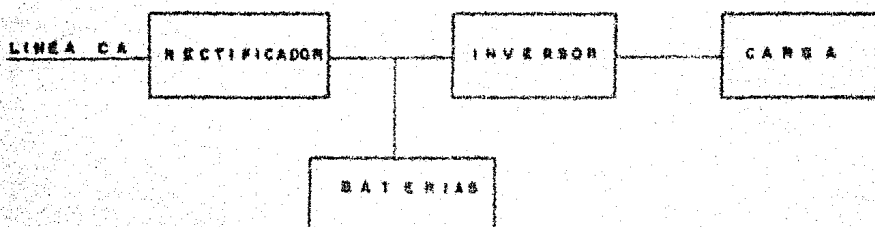
El sistema estático está integrado normalmente por un rectificador, un banco de baterías conectadas en flotación o varios bancos conectados en paralelo. Que a través de un inversor entrega la corriente al equipo de comunicación.

La principal ventaja del sistema estático sobre el sistema dinámico, radica en el hecho de que puede soportarse la carga esencial durante periodos de tiempo calculados, según la capacidad en amperes-horas del banco de baterías, mientras que en el sistema dinámico la carga esencial es soportada por un tiempo promedio de dos minutos, ya que sus parámetros, principalmente el de frecuencia y voltaje disminuyen debajo de lo normal.

El sistema estático presenta un mayor número de fallas en sus partes electrónicas, ya que si bien es cierto, los sistemas rectificadores, el inversor electrónico requerido a la salida presenta más problemas de mantenimiento que el sistema dinámico, el cual, con un mantenimiento adecuado de sus partes de rozamiento, se puede sostener durante un largo periodo de tiempo, sin fallas catastróficas como es el caso del sistema de no-interrupción tipo dinámico instalado en la Estación Terrena de Tulancingo, Hgo., el cual no ha presentado fallas graves durante 10 años.

Algunos diseñadores han modificado el sistema de la Estación Terrena, con objeto de alimentar los equipos directamente con corriente continua, ya que en efecto, normalmente los equipos de comunicación trabajan con corriente de este tipo, empleando fuentes rectificadoras para cambiar nuevamente la señal de corriente al sistema en corriente directa.

El sistema de alimentación con corriente continua directamente a los equipos de comunicación no es recomendable, debido a que se pierde la facilidad de conectar directamente los equipos de comunicación en casos de emergencia a la línea pública.



CONFIGURACION TIPICA DE UN SISTEMA
DE NO INTERRUPTCION TIPO ESTATICO.

FIGURA (4-5)

Para el caso de Esta Estación Terrena.

Deberá considerarse un sistema de no-interrupción preferentemente del tipo estático, teniendo cuidado en definir las cargas críticas.

La disponibilidad del sistema deberá ser del 99.9%, y sobre esta Figura se calculará la redundancia necesaria.

Deberá contarse con facilidad de conexión directa de la línea pública de corriente alterna a los equipos, haciendo uso de dispositivos que transfieran la carga en una fracción de ciclo que no afecte la comunicación.

Se deberá buscar la posibilidad de contar con dos líneas públicas de energía eléctrica, cuya generación provenga de sitios diferentes.

Deberá seleccionarse un solo voltaje, del cual se alimenta sin excepción todas las unidades de la Estación Terrena, sin necesidad de hacerse uso de equipos de transformación, por ejemplo: 220/110 volts.

Los equipos de alambreado interno, contactos y aire acondicionado de todas las instalaciones, estarán sujetos a interrupciones breves, pero tendrán la posibilidad de conectarse al motogenerador de emergencia.

Se deberá contar con equipo para generación en sitio de capacidad suficiente.

En caso de contar con más de un motogenerador, estos deberán ser preferentemente de la misma marca y características.

Se deberá hacer un estudio cuidadoso respecto al combustible -

empleado por el motogenerador, ya sea a base de diesel o gas natural, dependiendo del costo y facilidad para las refacciones.

El sistema de baterías deberá calcularse preferentemente para una independencia eléctrica de 30 minutos.

Deberá proveerse espacio en la obra civil que permita ampliaciones futuras.

4.14. ANÁLISIS ECONÓMICO DE UNA ESTACIÓN TIERRA CLASE "A".

El costo total de una Estación Terrena clase "A" (32 metros), varía entre 8 y 8.5 millones de dólares.

Las inversiones en cada una de las distintas subestaciones deberán estar dentro de los siguientes porcentajes:

CONCEPTO	% DEL TOTAL DE INVERSIÓN.	MILLONES DE DÓLARES
Antena	30	2.470
E.C.T.	35	2.662
Energía eléctrica	10	0.823
Obra Civil	15	1.235
Varios	10	0.823
T O T A L :	100	8.233

CAPITULO (S)

CONCLUSIONES

5.1 CONCLUSIONES

El proyecto que se presenta, está enfocado a canalizar los servicios de comunicación vía satélite en forma directa con los Países de Asia y Oceanía el cual contiene las bases necesarias para ser aplicado en la instalación de cualquier estación terrena de tipo A (12 metros de diámetro), además con la obtención del sistema de satélites propio, surge la necesidad de ampliación de la red de estaciones terrenas en todo el País aún cuando las antenas que se instalan son más pequeñas, este proyecto sirve como guía para su instalación.

Las ventajas que existen al realizar este proyecto para la instalación de una estación terrena en la región del Océano Pacífico son - las siguientes:

- Evitar la triangulación con los Estados Unidos, medio por el cual se canaliza la transmisión de información de México hacia los Países de Asia y Oceanía que operan con el sistema Intelsat, es decir con la instalación de esta estación terrena se cursará tráfico de televisión, telefonía etc. en forma directa.
- Evitar fuga de divisas, ya que el doble salto representa un mayor costo.
- Rentabilidad de la estación terrena ya que servirá para prestar servicios a Países Centroamericanos, puesto que nuestro servicio será más económico que el que actualmente les renta Estados Unidos por realizarse en forma directa.
- Por otra parte aún cuando no es objetivo principal del proyecto, en el capítulo tres se incluye información del segmento espacial el cual nos da una idea de como se procesa la señal en un satélite, y en general el proyecto va enfocado como una guía de operación al técnico o estudiante que se inicia en el campo de las comunicaciones vía satélite.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- SATELITE COMMUNICATIONS TECHNOLOGY
AUTOR: K. MIYA
- 2.- INGENIERIA DE COMUNICACIONES VIA SATELITE
AUTOR: K. MIYA
- 3.- COMMUNICATIONS SATELLITE SYSTEMS
AUTOR: JAMES MARTIN
- 4.- LAS COMPUTADORAS Y LAS TELECOMUNICACIONES
AUTOR: JAMES MARTIN
- 5.- TELECOMUNICACIONES VIA SATELITE
AUTOR: DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA DE LA
UNAM, TOMO I Y II.
- 6.- COMUNICACIONES VIA SATELITE
AUTOR: CORPORACION PUBLICA INT
- 7.- INGENIERIA DE TRANSMISION
AUTOR: ESCUELA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES.
- 8.- REVISTA DE LAS DIRECCIONES GENERALES DE
TELECOMUNICACIONES Y DE CONCESIONES Y
PERMISOS DE TELECOMUNICACIONES.
"TELEDATO"