

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

“Estudio técnico y de factibilidad para operación de una matriz de televisión (VHF) para la zona de la Carolina provincia del Carchi”

*Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero en
Electrónica y Telecomunicaciones*

ANGEL GUILLERMO ACOSTA NÚÑEZ

Quito, Marzo 2000

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a la persona que me ha dado la vida, y que con su esfuerzo y dedicación ha aportado en mi formación académica, mi madre Gladys Núñez.

AGRADECIMIENTO

A mis profesores que semestre a semestre han aportado con sus conocimientos a mi formación universitaria, en especial a mi profesor guía Ingeniero Hugo Carrión R. por su aporte al presente trabajo, a mis compañeros; y, amigos.

CERTIFICACION

Certifico que el presente trabajo de
Tesis ha sido elaborado en su totalidad
por el Señor Angel Guillermo Acosta
Núñez bajo mi dirección.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Hugo Carrión R.', written over a horizontal line.

Ing. Hugo Carrión R.
DIRECTOR DE TESIS

INDICE

	PAG.
INTRODUCCION.	i

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES HISTORICOS.	1
1.2 BREVE RESEÑA DEL SECTOR.	1
1.3 ASPECTOS GEOGRAFICOS DE LA ZONA	
1.3.1 Situación Geográfica.	2
1.3.1.1 Recursos Naturales.	2
1.3.1.1.1 Hidrografía..	3
1.3.1.1.2 Orografía.	3
1.3.1.1.3 Clima.	3
1.4 BREVE ESTUDIO SOCIO-ECONOMICO	
1.4.1 Población.	3
1.4.2 Población económicamente activa (PEA).	4
1.4.3 Tasa bruta de natalidad.	4
1.4.4 Tasa bruta de mortalidad.	4
1.4.5 Migración.	4
1.4.6 Vivienda.	5
1.4.7 Agricultura.	5
1.4.8 Ganadería.	5
1.4.9 Comercio.	5

1.5 SERVICIOS GENERALES

1.5.1 Vialidad.	6
1.5.2 Transporte.	6
1.5.3 Educación.	6
1.5.4 Electricidad.	6

CAPITULO II: PRINCIPIOS DE LA PROPAGACION ELECTROMAGNETICA

2.1 CAMPO ELECTRICO

2.1.1 Definiciones

2.1.1.1 Carga Eléctrica.	7
2.1.1.2 Campo Eléctrico.	7

2.2 CAMPO MAGNETICO

2.2.1 Definiciones

2.2.1.1 El campo magnético.	8
2.2.1.2 Densidad de flujo magnético.	8

2.3 PROPAGACION DE LAS ONDAS EN EL ESPACIO LIBRE

2.3.1 Estructura de la atmósfera.	9
2.3.2 Descripción matemática de la propagación.	9
2.3.3 La onda electromagnética y su propagación	10
2.3.2.1 Análisis de Fourier.	11
2.3.4 Ancho de banda de un canal.	11
2.3.4 RADIO ENLACE.	12
2.3.4.1 Microondas.	14
2.3.4.2 Modulación en microondas.	16
2.3.4.3 Generación de microondas.	16
2.3.4.4 Transmisión de microondas.	17
2.3.4.5 Propagación de microondas.	18
2.3.4.6 Diseño de enlaces terrestres por microondas.	19
2.3.4.7 Anomalías de propagación en microondas.	24
2.3.4.7.1 Fenómenos que influyen en la propagación.	25

2.3.4.7.2 Desvanecimiento.	26
2.3.4.7.3 Confiabilidad del sistemas de microondas .	33
2.4 SISTEMAS RADIANTES (ANTENAS)	
2.4.1 Definiciones.	36
2.4.1.1 Distribución de corriente en una antena.	37
2.4.2 Parámetros generales de una antena.	39
2.4.3 Posibilidades de antenas y tipos de ellas.	42
2.4.3.1 Antena parabólica.	42
2.4.3.2 Antena para el rango VHF y UHF.	47
2.4.3.3 Antena yagi.	53

CAPITULO III: SISTEMA DE TELEVISION

3.1 LA TELEVISION.	55
3.1.1 PRINCIPIOS	
3.1.1.1 Señales de televisión blanco y negro.	55
3.1.1.1.1 División de la imagen.	56
3.1.1.1.2 Exploración de la imagen.	56
3.1.1.1.3 Exploración entrelazada.	57
3.1.1.2 Información de la señal de vídeo.	58
3.1.1.3 Sincronismos.	58
3.1.1.3.1 Sincronizaciones horizontal y vertical.	59
3.1.1.3.2 Borrados horizontal y vertical.	59
3.1.1.4 Frecuencias de la imagen de televisión	
3.1.1.4.1 Frecuencias de cuadro y de campo.	60
3.1.1.4.2 Frecuencias de exploraciones vertical y horizontal.	60
3.1.1.5 Ancho de Banda para el canal de difusión de televisión.	60
3.1.1.6 Cámaras de televisión.	61
3.1.1.6.1 Tubos de cámara.	61
3.1.1.6.2 Cámaras de CCD.	62
3.1.1.7 Tubo de imagen.	63

3.1.2 CARACTERISTICAS

3.1.2.1 El sistema NTSC.	63
3.1.2.1.1 Colorimetría.	64
3.1.2.1.2 Intercalación y respuesta de frecuencias.	64

3.1.3 APLICACIONES DE LA TELEVISION

3.1.3.1 Difusión radiada.	65
3.1.3.2 El estudio de televisión.	66
3.1.3.2.1 Edición electrónica.	66
3.1.3.2.2 Generador de efectos especiales	66
3.1.3.3 Televisión por cable.	67
3.1.3.3.1 Televisión comunitaria.	67
3.1.3.4 Televisión de circuito cerrado.	67
3.1.3.5 Centro de vídeo.	68
3.1.3.6 Televisión directa.	68

3.1.4 Recomendaciones Internacionales para televisión abierta.	69
--	----

3.1.5 Norma técnica y plan de distribución de canales para el servicio de radiodifusión de televisión en el Ecuador.	70
--	----

CAPITULO IV: DISEÑO DE LA MATRIZ DE TELEVISION

4.1 ESTUDIO DE LOS SITIOS DE REPETICION

4.1.1 Rutas de enlaces y estaciones terminales de servicio televisivo existentes en las provincias de Carchi e Imbabura.	80
4.1.2 Selección de la señal a ser retransmitida.	81

4.2 Documentación técnica de las instalaciones propuestas para la retransmisión de la señal televisiva en el sector de la Carolina.	81
---	----

4.2.1 PRIMERA FACTIBILIDAD (Enlaces de microonda)

4.2.1.1 Descripción del proyecto.	82
-----------------------------------	----

4.2.1.2 Elección de los equipos de microondas	
4.2.1.2.1 Datos técnicos de los enlaces de microondas.	88
4.2.1.2.2 Cálculos básicos de diseño para la elección de los equipos.	89
4.2.1.3 Calculo de propagación teórico	93
4.2.1.4 Datos técnicos de los transmisores y sistemas radiantes.	96
4.2.1.4.1 Sistemas radiantes.	97
4.2.1.4.2 Descripción de los equipos transmisores.	98
4.2.1.5 Areas de cobertura primaria.	98
4.2.1.6 Estaciones y torres.	99
4.2.1.7 Protección contra descargas eléctricas.	99
4.2.2 SEGUNDA FACTIBILIDAD (Repetidora de Santa Lucia).	102
4.2.2.1 Descripción del proyecto.	102
4.2.2.2 Cálculo de la potencia de transmisión.	103
4.2.2.3 Elección de los equipos (Antenas)	
4.2.2.3.1 Antenas de recepción.	104
4.2.2.3.2 Antena de transmisión	104
4.2.2.4 Frecuencia.	105
4.2.2.5 Energía.	105
4.2.2.6 Elección del equipo trasladador y transmisor.	105
4.2.2.7 Area de cobertura.	107
4.2.2.8 Estaciones y torres.	108
4.2.2.5 Protección (puesta a tierra)	108

CAPITULO V: ANALISIS ECONOMICO

5.1 ANALISIS ECONOMICO DE LOS EQUIPOS A UTILIZARSE

5.1.1 PRIMERA FACTIBILIDAD	109
5.1.1.1 Valor de los equipos de microondas.	110
5.1.1.2 Valor de las antenas parabólicas.	110
5.1.1.3 Valor del transmisor de televisión.	111
5.1.1.4 Valor de antena de difusión (panel).	111
5.1.1.5 Valores de los elementos adicionales.	112

5.1.2 SEGUNDA FACTIBILIDAD

5.1.2.1 Valor del Traslador de frecuencia.	112
5.1.2.2 Valor de Antena de Recepción y Transmisión para VHF.	113
5.1.2.3 Valores de elementos adicionales.	114

5.2 ANALISIS ECONOMICO DE LA INSTALACION DEL SISTEMA

5.2.1 Instalación del sistema primera Factibilidad.	114
5.2.2 Instalación del sistema Segunda Factibilidad.	115

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	116
---------------------------------	-----

BIBLIOGRAFIA

LISTADO DE GRAFICOS

LISTADO DE TABLAS

LISTADO DE FORMULAS

ANEXO 1: Diagrama de bloques de un transmisor y receptor de televisión

ANEXO 2: Datos técnicos de las estaciones de televisión, y mapas de cobertura primaria
(Telecentro, Gamavisión, Telesistema, Ecuavisa, Teamazonas)

ANEXO 3: Información técnica de los equipos de microondas (Primera Factibilidad)

ANEXO 4: Información técnica de los equipos de Radiación

ANEXO 5: Información sobre protección contra descargas eléctricas

ANEXO 6: Información técnica de los equipos (Segunda Factibilidad)

INTRODUCCION

Los diferentes métodos de comunicación escrita, hablada, visual, entre otras han aportado al desarrollo de los pueblos, transformando a la historia del hombre desde sus inicios, la evolución de las comunicaciones abre grandes campos de aplicación entre las cuales la que nos compete es la comunicación hablada y visual que se resume en la televisión.

Varios de los sitios poblados en el Ecuador todavía se encuentran aislados de los principales servicios de comunicación, en este presente trabajo será analizado el traslado de la señal televisiva hasta una de ellas; la parroquia de La Carolina, ubicada en la provincia del Carchi, con la señal en sector también se realizará el estudio del sistema radiante que nos brinde alta confiabilidad en la matriz propuesta.

La televisión, nacida en el período de post-guerra, en sociedades desarrolladas y con elevados niveles de consenso social, es imitada en sociedades en crisis, plenas de antagonismos y contradicciones. En general, la televisión en América Latina al igual que el modelo del cual fue copiada, tiene un objetivo: la ganancia, el lucro.

Los que manejan la televisión la definen como sistema de información, educación y entretenimiento. Pero la reiterada insistencia de veinticinco a cincuenta años de bombardeo al receptor con un estilo definido de programas, ha logrado crear un nivel de "teleadicción" que no permite una reflexión crítica que obligue a cambios. La televisión comercial tiene como fuente de financiamiento la publicidad.

La televisión alcanza la masividad en forma simultánea debido a la multiplicidad de unidades receptoras de nivel familiar. Ello se logra tanto a partir de la emisora central, como mediante los enlaces de *microondas, satélites y retransmisoras*.

CAPITULO 1

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES HISTORICOS

El sector de la Carolina posee importantes vías de comunicación terrestre para transponer Costa-Sierra y Sierra-Amazonía, los Caras que inicialmente poblaron la costa, ascendieron por la Cordillera Occidental y penetraron por Intag, Piñán y Lita, tres caminos trazados por la naturaleza.

Estas zonas cálidas presentaban tres polos de intercambio. La algodonera que comprendía: Lita, Quilca, Cahuasquí e Intag; la de la coca que se ubicaba alrededor de Pimampiro y en los Valles de Coague y Ambuquí; y, la salinera del alto Mira: “Las Salinas”.

Las enfermedades que sufrieron los indígenas en tiempos de la colonia redujeron a la población, por lo cual debieron importar centenares de negros a órdenes de los jesuitas, los cuales se dedicaron a producir caña, aguardiente, panela, azúcar, sal y ganado (como mulas y cabras), en la zona de la Carolina tenemos en la actualidad una mezcla de razas predominando la indígena con la negra.

1.2 BREVE RESEÑA DEL SECTOR

La situación geográfica de la zona de la Carolina es algo peculiar al encontrarse en el limite fronterizo de dos provincias como son Carchi e Imbabura, divididas por el limite natural del río Mira, nos hace pensar la influencia que cada provincia ejerce sobre ésta zona.

Ya en forma práctica la mayor parte de las localidades a las que se proyecta dar cobertura televisiva se asienta en la provincia del Carchi enumeraremos algunas de ellas: San Juan de Lacha, Tablas, Santa Lucía, La Concepción, Santa Luisa, Cabuyal, Mundo Nuevo,

Huaquer, San Jerónimo. En la provincia de Imbabura tenemos los caseríos: Cabuyal, Guadual, Cuajara, La Victoria, entre otros. Todas estas localidades se encuentran localizadas dentro de una región que el Instituto Geográfico Militar señala como La Carolina.

El Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), indica a La Carolina como una parroquia rural del cantón Ibarra. Para el estudio social se manejarán datos tomados del IV Censo de Vivienda y V de Población realizado en 1990.

1.3 ASPECTOS GEOGRAFICOS DE LA ZONA

1.3.1 Situación Geográfica

La zona en estudio está ubicada en los hemisferios Norte y Occidental, entre los paralelos 0° 33' 0" y 0° 47' 00" de Latitud Norte; y, entre los meridianos 78° 5' 00 " y 78° 15' 00 " de Longitud Occidental.

AL NORTE

Limita con el caserío Caliche, en la afluencia del río del mismo nombre en el río Mira.

AL SUR

Con la Cabecera parroquial de Salinas.

AL ESTE

Con la cabecera cantonal de San Gabriel en la provincia del Carchi.

AL OESTE

Con la cabecera parroquial de La Merced de Buenos Aires en la provincia de Imbabura.

1.3.1.1 Recursos Naturales

En la zona tenemos una gran gama de estos recursos como son: la minera de la cual se extrae piedra para decorativo de paredes, pesca en menor proporción, agricultura, ganadería, recursos forestales, caña de azúcar, la caliza y aguas termales naturales.

1.3.1.1.1 Hidrografía

La zona cubre una gran cantidad de ríos, uno de los principales y el de mayor envergadura el cual sirve de límite entre las provincias de Imbabura y Carchi es el río Mira; en sus orillas se asientan gran parte de las poblaciones del sector, éste río nace de la unión del río Chota con el río Piguchela al sur de la Carolina, tiene varios afluentes por lo cual enunciaremos los ríos de mayor capacidad: El Salado, La Plata, Tablas, Blanco, San Jerónimo, El Angel.

1.3.1.1.2 Orografía

Por encontrarse localizado en la Cordillera de los Andes tenemos una gran variedad de elevaciones que delimitan al sector como grandes murallas, entre sus principales elevaciones montañosas tenemos: por el norte la Cordillera de Tablas, al sur el Cerro San Vicente, al este la Loma Mojada, al oeste Lomas Roderopamba; la altura de éstos promedia los 2300 metros.

1.3.1.1.3 Clima

El valle aunque no posee un área considerable, por estar limitada por elevadas montañas, tiene un clima cálido su temperatura promedio oscila entre los 20 grados centígrados.

1.4 BREVE ESTUDIO SOCIO-ECONOMICO

1.4.1 Población

La provincia de Imbabura posee 265.499 habitantes, los cuales están divididos en 136.325 habitantes en la zona urbana y 129.174 habitantes en la zona urbana rural. Este fenómeno demográfico significa la migración de la población al área urbana. La población tanto en la Carolina como de sus alrededores suma aproximadamente 5.000 habitantes.

1.4.2 Población económicamente activa (P.E.A.)

La población económicamente activa de acuerdo al V censo de Población, constituye aquella que interviene en la producción de bienes y servicios se clasifican en: Ocupados y desocupados.

La P.E.A. a nivel cantonal entre Ibarra y Otavalo cubren el 66% del total de la provincia, se ubica dicho porcentaje en: servicios, agricultura, el comercio y la industria manufacturera. En lo referente al sexo la población masculina contribuye con el 74% de la P.E.A. y el 26% la femenina.

1.4.3 Tasa bruta de natalidad

En lo referente a la provincia, durante el período 1990-1993 la tasa bruta de natalidad ha bajado de 24,6 a 22,8 nacidos vivos por cada mil habitantes.

1.4.4 Tasa bruta de mortalidad

La tasa bruta de mortalidad presenta un comportamiento decreciente que indica el descenso de la mortalidad del 8,1 por mil habitantes en el año 1990 al 7,3 en el año 1993. El cantón Ibarra tiene la tasa más baja (5,7 por cada 1000 habitantes) con respecto al resto de cantones de la provincia.

1.4.5 Migración

El movimiento migratorio constituye la entrada a un lugar de destino (inmigrante) o la salida de un lugar de origen (emigrante) tomando en cuenta el tiempo de su estadía en ese lugar, la población inmigrante de la provincia de Imbabura que se dirige casi en su totalidad a la provincia de Pichincha es del 3,4% del total nacional.

En 1982 del total de la población empadronada fue 86%, mientras que para 1990 dicha población representaba el 84,7%. Las motivaciones principales para el movimiento

migratorio parecen relacionarse con la búsqueda especialmente de la gente joven de mejores posibilidades para continuar sus estudios o la búsqueda de fuentes de trabajo.

1.4.6 Vivienda

Conocer la calidad de las viviendas es fundamental para definir políticas habitacionales. En el país se han realizado 4 censos de vivienda de los últimos datos se ha tomado lo siguiente: La estructura de losa de hormigón utilizado por el 15%, para las paredes exteriores el adobe o tapia utilizado por el 48,7% mientras que el 41,3% utilizan hormigón, ladrillo o bloque. En lo referente al piso, la tierra, entablado y el ladrillo son materiales predominantes con el 33,0%, el 29,4% y el 26,4% respectivamente. A nivel nacional el área rural se encuentra en tercer lugar en lo referente a la atención de vivienda.

1.4.7 Agricultura

Entre los principales productos agrícolas que se cultivan en la región tenemos: El maíz suave, el fréjol y la cebada, constituyen los tres principales productos agrícolas que cubren el 67,1% del área total sembrada, y el 32,9% lo constituyen los productos como: maíz duro seco, trigo, caña de azúcar, papa, plátano, piña, entre otros.

1.4.8 Ganadería

Para el año de 1990, la existencia de ganado vacuno es de mayor ponderancia con 101.000 cabezas, de las cuales el 36% corresponde a ganado vacuno macho y el 64% a ganado vacuno hembra, seguida por el ovino con 67.000 cabezas y en último lugar el ganado mular con apenas 1.000 cabezas.

1.4.9 Comercio

En mayor forma los productos que la zona produce son comercializados en el cantón Ibarra y un reducido porcentaje en el consumo interno (en la parroquia de La Carolina y sus alrededores), entre los productos más comercializados tenemos: los agrícolas y ganaderos. Además existe actividad turística ya que la zona posee una gama de atractivos como son: ríos,

montañas, planicies, etc. En el sector se asientan dos hosterías las cuales cuentan con habitaciones confortables, restaurantes, piscinas, etc.

1.5 SERVICIOS BASICOS

1.5.1 Vialidad

El sector posee una vía de primer orden (vía a San Lorenzo), y cientos de kilómetros de segundo orden que se conectan a ésta.

1.5.2 Transporte

El transporte de pasajeros, tanto público como particular cuenta con 4.609 unidades, con disponibilidad de frecuencias por día por parte de la cooperativa “Urcuqui” la que brinda transporte público entre el cantón Ibarra hasta las localidades de la Carolina.

1.5.3 Educación

El desarrollo respecto a la educación no ha quedado desplazado, existiendo centros educativos como: La escuela Alejandro Humbolt, Escuela FAE, Escuela Galápagos, Escuela Nectario Rodríguez, y el Colegio Eugenio Espejo.

1.5.4 Electricidad

Siendo proveedor del servicio eléctrico para la zona norte del país Eléctrica del Norte, la misma que se encuentra enlazada con el sistema eléctrico de Colombia a la cual compra electricidad para brindar el servicio tanto a la provincia del Carchi como a la de Imbabura.

CAPITULO 2

CAPITULO II

PRINCIPIOS DE LA PROPAGACION ELECTROMAGNETICA

2.1 CAMPO ELECTRICO

2.1.1 Definiciones

2.1.1.1 Carga eléctrica

El estado de electrización de un cuerpo se lo define con una masa eléctrica llamada carga eléctrica (Q), cualquier partícula se caracteriza por su masa y su carga. Existiendo dos clases de carga eléctrica (positiva y negativa), un cuerpo es eléctricamente neutro si posee igual cantidad de carga positiva y negativa; si existe una cantidad de carga más que la otra se le conoce como ion.

En todos los procesos observados en la naturaleza, la carga neta de un sistema aislado permanece constante, principio conocido como conservación de la carga. O en otras palabras: *“en cualquier proceso que ocurra en un sistema aislado, la carga total o neta no cambia”*¹.

2.1.1.2. Campo eléctrico

Cualquier región del espacio en donde una carga eléctrica experimenta una fuerza se llama un campo eléctrico, la fuerza se debe a la presencia de otras cargas en aquella región, la fuerza sobre una partícula cargada colocada en un campo eléctrico es proporcional a la carga de la partícula. La intensidad de un campo eléctrico en un punto es igual a la fuerza por unidad de carga colocada en ese punto.

¹ David K., Cheng,” Fundamentos de Electromagnetismo para Ingeniería”, Addison-Wesley, EEUU, 1993; pg.5

2.2. CAMPO MAGNETICO

2.2.1. Definiciones

2.2.1.1. El Campo Magnético

Las cargas eléctricas en reposo producen un campo eléctrico, las cargas eléctricas en movimiento producen un campo magnético.

Al circular una corriente I_g por un conductor este produce un campo magnético en su alrededor y el cual produce un voltaje V “inducido”.

2.2.1.2 Densidad de flujo magnético B

El flujo magnético por unidad de área a través de un bucle de área pequeña se define como densidad de flujo magnético² en el punto en que se sitúa el bucle. La unidad de densidad de flujo magnético es el tesla.

2.3. PROPAGACION DE LAS ONDAS EN EL ESPACIO LIBRE

Cuando golpeamos una campana o encendemos la radio, el sonido se oye en puntos distantes, estos son fenómenos físicos producidos en un punto del espacio que se propagan a través de un medio (espacio libre) y se reciben en otro punto. Las propiedades físicas del sistema dan como resultado la propagación de esta perturbación a través del espacio, esto ocasiona cambios en las condiciones físicas en otros lugares.

Con diferentes análisis se puede establecer ecuaciones dinámicas del proceso, que dan información cuantitativa acerca de la variación de la perturbación en el espacio y en el tiempo.

² Se define como flujo magnético ϕ como la integral temporal del voltaje inducido durante todo el tiempo de establecimiento del campo magnético.

2.3.1 Estructura de la atmósfera

La atmósfera terrestre o espacio libre considerado heterogéneo se divide en tres capas, dependiendo de sus propiedades y del grado de ionización provocado por el sol:

Tropósfera

La cual alcanza aproximadamente 7 Km. de altura en los polos, 17 Km. de altura en la línea Ecuatorial, y 11 Km. en las zonas medias. Tiene una alta influencia climática y geográfica, la variación de temperatura es de 6,5 grados centígrados por Kilómetro.

Estratósfera

Tiene una altura aproximada de 50 a 60 Km. en ocasiones se la subdivide en dos capas, ozonósfera y alta tropósfera. Su variación de temperatura no es función de la altura, ésta es función del horario. Se utiliza en la propagación con frecuencias que se encuentran en el rango de VHF y UHF.

Ionósfera

Alcanza una altura aproximada de 400 Km., la presión atmosférica es menor por tener altos niveles de ionización, es óptimo para la propagación.

2.3.2 Descripción matemática de la propagación

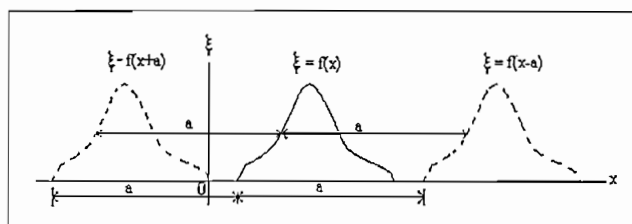


Fig. 2.1 Onda viajera en el espacio libre

Consideremos una función $\xi=f(x)$, representada como en la figura (2.1), si reemplazamos x por $x-a$, obtenemos $\xi=f(x-a)$, la curva no ha cambiado, pero la curva ha sido desplazada. Si $a=vt$, donde t es el tiempo obtenemos una curva viajera esto es $\xi=f(x-vt)$ la cual representa una curva que se mueve hacia la derecha con velocidad v , llamada velocidad de fase.

Si la onda se propaga de izquierda a derecha debe suministrarse energía al extremo izquierdo, si esto se realiza durante un corto intervalo de tiempo se produce una perturbación de extensión limitada o pulso, pero si queremos un tren continuo de ondas debe suministrarse energía en forma continua.

2.3.3 La onda electromagnética y su propagación

Las ondas electromagnéticas se propagan. Se oponen a su propagación las superficies conductoras conocidas como reflectores, las ondas electromagnéticas viajan en el espacio a la misma velocidad que la luz, o sea 299.820 kilómetros/segundo.

Toda onda electromagnética está formada por dos componentes inseparables figura (2.2). Una electrostática y otra electromagnética siempre orientadas perpendicularmente entre sí, y ortogonales a la vez a la dirección de propagación.

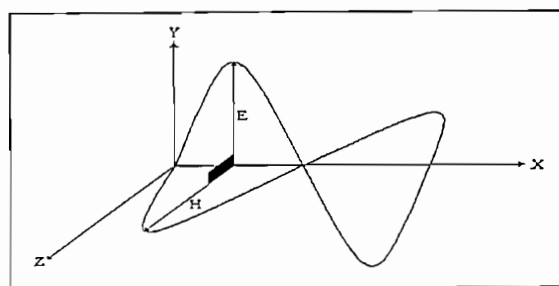


Fig. 2.2 Caminos de propagación

La polarización de la onda depende de la orientación de la componente electrostática. Una antena emisora dispuesta verticalmente radiará una onda de polarización vertical, otra

antena tendida horizontalmente dará una onda de polarización horizontal, la mayoría de las ondas radioeléctricas están verticalmente polarizadas.

2.3.3.1 Análisis de Fourier

Mediante el análisis de Fourier, sabemos que una función $g(t)$ periódica de periodo T y continua en el tiempo, puede representarse como suma de un número teóricamente infinito de senos y cosenos, tal como muestra la expresión siguiente:

$$g(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \left(a_n \cos n \frac{2\pi}{T} + b_n \sin n \frac{2\pi}{T} \right) \quad \text{Ec.(2.1)}$$

Donde:

T = período de la función $g(t)$.

a_n, b_n = amplitudes de las funciones seno y coseno.

Para cada valor de n ($n=1,2,3,\dots$) obtenemos un armónico de la señal siendo el armónico fundamental o principal, el que corresponde al valor de $n=1$ y frecuencia f . La frecuencia del resto de armónicos es siempre múltiplo de la frecuencia principal (nf). Los valores a_n y b_n que corresponden a las amplitudes de las funciones seno y coseno del n -ésimo armónico, se les conoce como coeficientes de Fourier.

2.3.3.2 Ancho de banda de un canal

Cuando transmitimos una señal por un canal de comunicación, esta sufre una pérdida de energía y las amplitudes de cada uno de sus armónicos disminuyen. Si todos los coeficientes del desarrollo de Fourier (a_n, b_n) fueran disminuidos igualmente, la señal estaría disminuida en amplitud pero no distorsionada, es decir la señal estaría atenuada.

Llamaremos ancho de banda de un canal, al rango de frecuencias entre las cuales los armónicos sufren la misma atenuación durante la transmisión, de forma que se puede aplicar la misma escala de amplificación para ese rango de frecuencias sin que se produzca una distorsión. El ancho de banda de un canal no solamente está limitado por el medio de transmisión, también lo está por los dispositivos conectados a él.

El medio, dependiendo de su respuesta característica de frecuencia, va a atenuar de forma desigual las amplitudes de los diferentes armónicos de la señal transportada, dando lugar a que la pérdida de energía no sea proporcional para cada armónico. Por lo tanto, la señal va a ser distorsionada. En general las amplitudes se transmiten sin degradación (es decir, con un mismo factor de atenuación) para un rango de frecuencias que suele ser $f = 0$ hasta $f = f_c$, siendo f_c la frecuencia de corte característica del medio, medida en ciclos/segundo o Hertzios (Hz).

Todas las frecuencias superiores a dicha frecuencia de corte sufren fuertes atenuaciones. Este rango de frecuencias es lo que hemos denominado anteriormente como ancho de banda, es una propiedad del medio de transmisión. Es posible limitar el ancho de banda de un medio colocando filtros que disminuyan el rango de frecuencias que puede transportar, pero no es posible ampliarlo, ya que depende intrínsecamente de las propiedades físicas del medio.

2.3.4 RADIO ENLACE

Un radio-enlace está constituido por equipos terminales y repetidores intermedios. La función de los repetidores es salvar la falta de visibilidad impuesta por la curvatura terrestre y conseguir así enlaces superiores al horizonte óptico; la distancia entre repetidores se llama vano. Los repetidores pueden ser: Activos y Pasivos.

En los repetidores pasivos o reflectores, no hay ganancia, se limitan a cambiar la dirección del haz radioelectrónico.

Los repetidores activos actúan sobre el haz radioelectrico, variando parámetros de la señal repetida como: potencia, frecuencia, dirección, ganancia, entre otros.

Los sistemas que emplean el radio enlace para el transporte de la información se basan en la propagación de ondas electromagnéticas en el espacio libre. Los únicos elementos que se precisan son las estaciones emisoras y receptoras, así como eventuales estaciones repetidoras.

En función de las frecuencias utilizadas, existen principalmente los siguientes tipos de radio enlaces: Infrarrojos, Radio UHF, Sistemas de onda corta, Sistemas terrestres de microondas.

Los infrarrojos.- Son ondas electromagnéticas que se propagan en línea recta, siendo susceptibles de ser interrumpidos por cuerpos opacos. Su uso no precisa de licencia administrativa y no se ven afectados por interferencias radioeléctricas externas, pudiéndose alcanzar distancias de hasta 200 metros entre el emisor y el receptor.

Radio UHF.- Las redes basadas en equipos de radio UHF precisan para su instalación y uso una licencia administrativa. Tienen la ventaja de que la señal de radio que transporta la información no es interrumpida por la presencia de cuerpos opacos, pudiendo salvar obstáculos físicos gracias a su cualidad de difracción.

Sistemas de Onda Corta.- Trabajan con frecuencias de 3 a 30 MHz, son enlaces poco fiables debido a su gran atenuación y vulnerabilidad a interferencias. Su ventaja radica en que se pueden emplear para cubrir grandes distancias con poca potencia de salida y que no precisan de visibilidad directa entre antenas para la propagación de las señales portadoras de la información. Esta propagación puede producirse en línea recta, adaptándose a la superficie terrestre o por rebotes en la ionósfera. Su uso en la transmisión de datos está actualmente limitado a circunstancias especiales, ya que su pequeña capacidad de transmisión las excluye de las grandes vías de comunicación.

Sistemas de Microondas.- Por tratarse de uno de los medios de transporte de información que nos referiremos en el presente estudio de factibilidad lo analizaremos detenidamente.

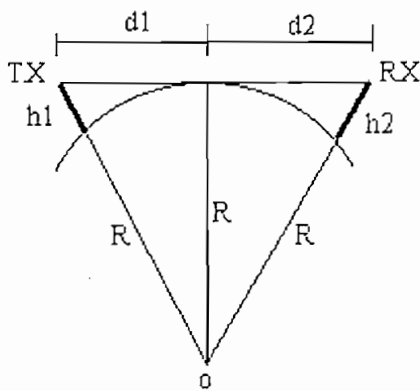
En otro rango de frecuencias tenemos otro tipo de ondas radioeléctricas.

Ondas Terrestres.- Se las conoce así a las ondas cuya energía se propaga en trayectos próximos a la superficie de la tierra. La intensidad de campo de la onda terrestre es posible dividir en dos partes, una onda espacial y otra superficial. La onda espacial se forma por la onda directa y la onda reflejada en tierra, incluye la parte de energía recibida como resultado de la difracción rodeando la superficie terrestre y refractándose en la atmósfera superior.

La onda superficial es una onda guiada a lo largo de la superficie de la tierra, por lo cual la atenuación de esta onda está afectada por las constantes de la tierra. En este campo encontramos las emisiones de televisión y de radiodifusión en modulación de frecuencia, las transmisiones emplean la onda directa, sin que intervenga refracción en la ionósfera por lo cual se tiene una propagación estable.

El alcance de la onda directa no es más que el límite de visibilidad entre las antenas transmisoras y receptoras, la distancia máxima viene determinada por las alturas de las antenas transmisora y receptora.

Si R es el radio de la Tierra y h_1 y h_2 las alturas de las antenas, obtenemos la relación para la distancia máxima:



$$d = d_1 + d_2 = \sqrt{R}(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})$$

Ec.(2.2)

Fig. 2.3 Alcance máximo de la onda directa

La refracción troposférica propicia que el rayo directo siga una trayectoria curva entre el transmisor y el receptor, dando un radio un poco mayor³. En lo relativo a la curvatura de las ondas radioeléctricas es de gran importancia la tasa de cambio de la refractividad con la altura, la curvatura hacia abajo puede evaluarse usando trayectos rectos y un radio de la tierra mayor al verdadero.

2.3.4.1 Microondas

Se denomina así la porción del espectro electromagnético que cubre las frecuencias

³ El radio de la tierra afectado por la Constante $K=4/3$.

entre aproximadamente 3 GHz y 300 GHz, que corresponde a la longitud de onda en vacío entre 10 cm. Y 1mm.

El método de análisis más general y ampliamente utilizado en microondas consiste en la utilización del campo electromagnético, teniendo en cuenta las ecuaciones de MAXWELL, que rigen su comportamiento y las condiciones de contorno metálicos son muy frecuentes a estas frecuencias, cabe destacar que, el campo eléctrico (E) es normal y el campo magnético (H) es tangencial en las proximidades externas de un conductor.

Por otro lado, a frecuencias bajas de microondas colindante con las radiofrecuencias, es útil la teoría de circuitos con parámetros distribuidos, en la que toma en cuenta la propagación efectiva que va a tener la onda en un elemento cualquiera. Así, un trozo de cable metálico, que en baja frecuencia representa simplemente un corto circuito que sirve para efectuar una conexión entre elementos, dejando equipotenciales los puntos que une, a alta frecuencia se produce en el cable autoinducción y con ello una impedancia que sea preciso tomar en cuenta. Entonces es preciso representar este cable a través de su impedancia (resistencia y autoinducción) por unidad de longitud.

Las líneas de baja frecuencia son usualmente ABIERTAS, con lo cual, si se intenta utilizar a frecuencias elevadas, automáticamente surgen problemas de radiación de la energía electromagnética; para superar este inconveniente es necesario confinar los campos electromagnéticos, lo que normalmente se efectúa por medio de contornos metálicos; así, los sistemas de transmisión usuales en microondas son, o bien líneas coaxiales, o bien, en general, guías de onda.

La energía electromagnética sólo puede almacenarse en una cavidad a frecuencias próximas a las denominadas de resonancia de la misma, las cuales dependen fundamentalmente de su geometría; los campos anteriores penetran solo en una capa delgada de las paredes metálicas siendo el espesor δ , de ésta capa, denominada profundidad de penetración, dependiente de la frecuencia y de la conductividad del material que constituya a la cavidad a través de la expresión $\delta = \frac{1}{\sqrt{f\mu\sigma}}$, donde f , μ y σ son respectivamente la frecuencia de la onda, la permeabilidad magnética y conductividad del material.

De esta forma es fácil comprender que la energía disipada en las cavidades, si éstas están hechas por buenos conductores, es pequeña. Por otra parte el pequeño valor de δ permite fabricar guías de excelente calidad con un simple recubrimiento interior de buen material conductor, (plateado o dorado).

2.3.4.2 Modulación en microondas

Los generadores de microondas son generadores críticos en cuanto a la tensión y la corriente de funcionamiento. Uno de los medios es no actuar sobre el generador o amplificador pero si utilizar un dispositivo diodo pin en la guía de salida, modula directamente la amplitud de la onda.

Otro medio es utilizar un desfasador de ferrita y modular la onda en fase. En este caso es fácil obtener modulación en frecuencia a través del siguiente proceso:

En una primera etapa, se modula en FM una portadora de baja frecuencia, por ejemplo 70 MHz; en una segunda etapa, esta portadora modulada es mezclada con la portadora principal en frecuencia de GHz, por ejemplo 10 GHz.

Un filtro de frecuencias deja pasar la frecuencia suma, 10070 MHz con sus bandas laterales de 3 MHz y por lo tanto la banda pasante será de 10067 a 10073 MHz que es la señal final de microondas.

En el receptor se hace la mezcla de esta señal con el oscilador local de 10 GHz seguido de un filtro que aprovecha la frecuencia de diferencia 70 MHz la cual es amplificada y después detectada por las técnicas usuales en FM.

2.3.4.3 Generación de microondas

Quizás fue el MAGNETRON, como generador de microondas de alta potencia, el dispositivo que dio pie al desarrollo a gran escala de las microondas. El principio básico de funcionamiento de estos generadores es la modulación de velocidad de un haz electrónico que

al atravesar una cavidad resonante, excita en ella oscilaciones electromagnéticas de la frecuencia de microondas deseada.

El dispositivo anterior se basaba en la conversión de energía de continuidad en la energía de microondas, mientras que los amplificadores paramétricos actuales utilizan como fuente de energía una de alterna que convierten por un procedimiento de mezcla, en la de alta frecuencia deseada. En lugar de utilizar como elemento resistivo, utilizan un elemento reactivo, como puede ser un diodo de capacidad variable, y de aquí el bajo nivel de ruido que se puede lograr.

2.3.4.4 Transmisión de microondas

Un sistema en el que se utilizan localmente las microondas constará fundamentalmente de un generador y de un medio de transmisión de la onda hasta la carga; caso contrario, tendremos necesidad de un sistema emisor y otro receptor, estando el emisor compuesto por los elementos anteriormente citados, donde la carga será una antena emisora, mientras que el receptor será otra antena, medio de transmisión y detector adecuado. Además de estos elementos existirán otras componentes como pueden ser atenuadores, desfasadores, frecuencímetros, medidores de onda estacionaria, entre otros.

Como ya se ha citado, la guía de onda es en esencia una tubería metálica, a través de la cual se propaga el campo electromagnético sin prácticamente atenuación, dependiendo esta del material de que la misma esté fabricada. A diferencia de lo que ocurre en el medio libre, en el que el haz de ondas electromagnéticas es más o menos divergente y sus campos transversales electromagnéticos (ondas TEM), en una guía el campo está confinado en su interior, evitándose la radiación hacia el exterior, y sus campos ya no pueden ser TEM sino que han de hacer necesariamente del tipo TE (campo electrónico transversal a la dirección de propagación), o bien TM (campo magnético transversal) o bien híbridos, es decir, mezcla de TE y TM.

La configuración de la geometría, tipo de excitación de la guía y frecuencia, ocurriendo además que ciertas configuraciones de campo, denominadas modos, solo son posibles a frecuencias superiores a una determinada, denominada frecuencia de corte,

existiendo un modo de propagación de dichos campos, el modo fundamental que posee la frecuencia de corte mínima. Por debajo de esta frecuencia la guía no propaga la energía electromagnética

2.3.4.6 Propagación de microondas

Las microondas ocupan una porción del espectro de frecuencias entre 3 y 300 GHz. En la práctica son ondas del orden de 1 GHz a 12 GHz. La banda espectral de las microondas se divide en sub-bandas tal como se muestra en la tabla 2.1.

Tabla 2.1 Sub-bandas en las que se divide la banda espectral de las microondas

	FRECUENCIA (GHz)	LONGITUD DE ONDA APROXIMADA (cm)
S	1.5 A 8	10
X	8 A 12.5	3
K	12.5 A 40	1.1
Q	40 A 50	0.8

Si hay obstáculos que obstruyan el radio de Fresnel⁴ la atenuación es proporcional al obstáculo. Se debe tener muy en cuenta este parámetro del cual depende la calidad de la señal recibida; estos efectos recaen en la fiabilidad del sistema.

Para una separación entre antenas isotrópicas la atenuación de espacio libre es de 22 dB, la recomendación 341 del CCIR. Si existe difracción incrementamos a la atenuación así:

6 dB : Para una difracción en filo de cuchilla, con incidencia resante.

20 dB: Difracción con incidencia resante en obstáculo más redondeado como terreno ligeramente ondulado o agua que sigue la curvatura de la tierra.

En condiciones desfavorables las pérdidas por reflexión pueden ser de hasta 50 dB (propagación sobre mar). Si la superficie es rugosa se consideran despreciables las pérdidas por reflexión. La temperatura efectiva de ruido T_e del circuito receptor, referida a los

⁴ Las zonas de Fresnel forman una serie de círculos concéntricos imaginarios entre el transmisor y receptor. La posición de zonas depende de la longitud de onda, mayor análisis en la página 29.

terminales de entrada y la cifra de ruido o (factor de ruido) F de un circuito están relacionados de la siguiente forma:

$$F = 1 + T_e/T_o \quad \text{Ec(2.3)}$$

Donde:

F = Factor de ruido

T_e = Temperatura efectiva del ruido

T_o = Temperatura normalizada

F es la razón de la potencia de ruido real de salida (al conectar en un generador de temperatura normalizada de T_o=290°K) y la potencia de ruido de salida que existiría para la misma entrada, si el circuito no tuviera ruidos propios. Por tanto, se nota que:

F = 1 o 0 dB corresponde a T_e = 0°K

F = 2 o 3 dB corresponde a T_e = 290°K, etc.

2.3.4.6 Diseño de enlaces terrestres por microondas

Los enlaces se hacen básicamente entre puntos visibles es decir, puntos altos de la topografía. Cualquiera que sea la magnitud del sistema de microondas, para funcionamiento correcto es necesario que los recorridos entre enlaces tengan una altura libre adecuada para la propagación en toda época del año, tomando en cuenta las variaciones de las condiciones atmosféricas de la región; para poder calcular las alturas libres debe conocerse la topografía del terreno, así como la altura y ubicación de los obstáculos que puedan existir en el trayecto.

Antes de hacer mediciones en el terreno puede ser necesario observar los planos topográficos de la zona. Por lo general el estudio minucioso de los mapas y de los planos facilita las labores, sobre todo en sistemas extensos con gran número de repetidoras y donde existe una gran variedad de rutas posibles. Por proceso de eliminación y de selección ha de llegarse a la selección de la ruta más favorable.

Sobre un mapa de la región en escalas del orden de 1:10000, 1: 100000 o 1: 200000, se escogen estaciones separadas de 10 a 50 Km. Una vez escogidos los sitios de ubicación

propuestos para las torres de las antenas, y habiéndose determinado la elevación del terreno comprendido entre dichos sitios, se prepara un diagrama de perfiles. En la mayoría de los casos solo son necesario los perfiles de los obstáculos y de sus alrededores, donde pueda obstruirse la línea visual.

Las señales de radio en las frecuencias de microondas generalmente se propagan en línea recta en la forma de un haz dirigido de un punto a otro. Sin embargo, el haz puede desviarse o curvarse hacia la tierra por efecto de la refracción de las ondas en la atmósfera. La magnitud de la curvatura se ha tenido en cuenta al calcular el factor K^5 . En la graficación de los enlaces se tomará en cuenta la curvatura de la tierra con la siguiente relación:

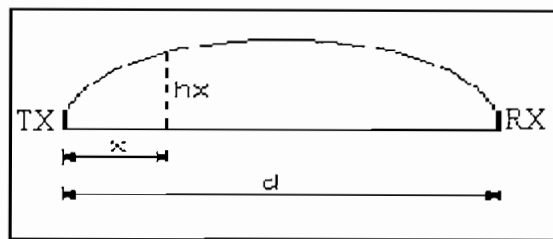


Fig. 2.4 Curvatura real de la tierra, desde el transmisor al receptor (enlace)

$$hx = \left(\frac{d \cdot x - x^2}{2Ka} \times 10^3 \right) \text{m} \quad \text{Ec.(2.4)}$$

- Donde:
- d = distancia total del enlace.
 - x = distancia donde se desea obtener la altura real del terreno.
 - hx = altura de abultamiento (efectiva del terreno).
 - K = Relación entre (radio de la tierra real y curvatura ficticia).
 - a = radio de la tierra 6370 Km.

Puede emplearse un perfil de trayecto dibujado sin mostrar la curvatura de la tierra, y el haz de microondas en línea recta entre las dos antenas. Dicho perfil representa el caso en el cual la curvatura del haz es igual a la del terreno y el radio de la tierra es infinito. Esta es una de las condiciones extremas que deben investigarse al estudiar el efecto de las condiciones atmosféricas anormales sobre la propagación de las microondas.

⁵ Factor que depende de la curvatura que toma el rayo directo, análisis del mismo ver paginas. 25-26.

Sobre el mismo gráfico se dibujan los recorridos del haz para otros posibles valores de K entre ellos el normal que es 4/3. El trazado de las curvas con diversos valores de K se hace con plantillas normalizadas. Se traza el elipsoide de Fresnel para verificar si ocurre obstrucción. Determinando el perfil del terreno sobre el que se propaga el haz, se estudiará el margen de este con relación al obstáculo más prominente. Dicho margen hay que compararlo con el radio de la n-esima zona de Fresnel el cual será analizado más adelante.

Ordinariamente, el margen sobre obstáculos (p), se refiere a la distancia entre el rayo directo y la cumbre u obstáculo más prominente en el trayecto; se tiene las condiciones correspondientes a propagación en el espacio libre cuando el margen sobre obstáculos es 0.6 veces el radio de la primera zona de Fresnel. Este es el criterio que se sigue en presencia de obstáculos para determinar la viabilidad de un enlace.

Se considera: $p > 0$ y $p < 0$; Con lo que obtenemos la siguiente fórmula empírica para pérdidas por obstáculo.

$$P_o(\text{dB}) = 12 p / R_f - 10 \quad [\text{dB}] \quad \text{Ec.}(2.5)$$

Donde:

P_o = Pérdidas por obstáculos.

p = Margen sobre obstáculos.

R_f = Radio de la primera zona Fresnel.

La ecuación anterior es válida en el intervalo $-3 < p/R_f < 1$

Hay momentos en que la distribución de la densidad de la atmósfera cambia y la trayectoria pasa a sufrir obstrucción, se debe incluir en los cálculos una pérdida adicional de 3 dB. Poniendo en funcionamiento tal enlace, la transmisión con atmósfera normal no tendrá la pérdida de 3 dB, sólo surge en momentos desfavorables. Luego se calcula la atenuación en el espacio libre.

Partimos de la potencia radiada en el espacio libre, para luego obtener la relación de la potencia recibida y la potencia transmitida (P_r/P_t es decir la relación de atenuación).

$$Pr = Pt \cdot Gt \cdot Ar / 4 \pi r^2 \quad \text{Ec.(2.6)}$$

Donde:

Pt = Potencia de antena de transmisión

Pr = Potencia de antena de recepción

r = Distancia entre antenas (Tx, Rx)

Ar = Area efectiva de antena de recepción

Gt = Ganancia de la antena de transmisión

Una relación para el cálculo de la atenuación expresada en dB, que se usa mucho en forma práctica es la siguiente.

$$\alpha Eo = Pr / Pt = 32.45 + 20 \log f \text{ (MHz)} + 20 \log d \text{ (Km)} \quad [\text{dB}] \quad \text{Ec.(2.7)}$$

Donde:

f = frecuencia de trabajo en MHz

d = Distancia del enlace

El problema de las reflexiones interferentes es prácticamente inexistente ya que, para las ondas centimétricas todo terreno es áspero y no da buena reflexión según el criterio de Rayleigh. En la práctica no se puede asumir a la Tierra como un espejo reflector liso.

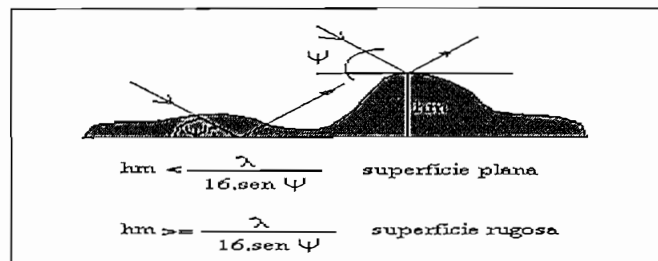


Fig. 2.5 Criterio de Rayleigh respecto a la rugosidad del terreno

El único caso peligroso es cuando existe un espejo de aguas mansas como un lago, bahía.

La onda electromagnética sufre pérdidas por absorción éstas dependen de las características del terreno, y de la constitución de la atmósfera en el sector donde se realiza el enlace, la atenuación puede calcularse por medio de la siguiente relación:

$$\text{Atenuación por absorción} = 20 \log (r2/r1) + \varphi (r2 - r1) \quad [\text{dB}] \quad \text{Ec.(2.8)}$$

Donde:

φ = coeficiente de absorción.

$r2$ = distancia desde el sitio de transmisión hasta el inicio de la zona donde se desea calcular la absorción; en el trayecto del enlace.

$r1$ = distancia desde el sitio de transmisión hasta el extremos de la zona donde se desea calcular la absorción; en el trayecto del enlace.

Luego que tenemos el valor de las diferentes atenuaciones que sufre la onda tanto en el espacio libre como por parte de los equipos (catálogos), procedemos a realizar el perfil de presupuesto de pérdidas y ganancias.

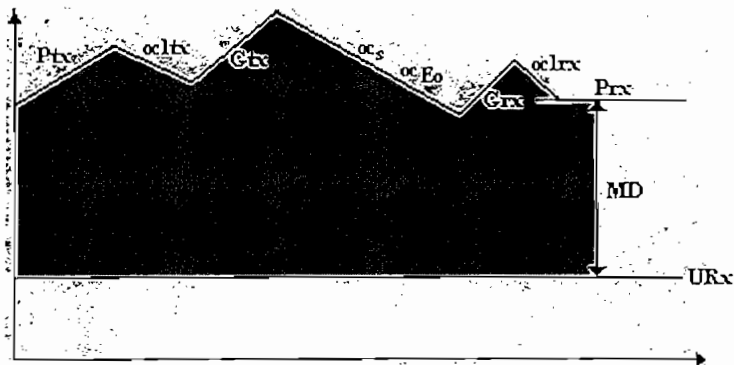


Fig 2.6 Perfil de presupuesto de pérdidas y ganancias

Del perfil de presupuesto también podemos determinar la potencia captada por el receptor (P_{inRx}).

$$P_{inRx} = P_{tx} - \alpha_{ltx} + G_{tx} - \alpha_s - \alpha_{E_0} + G_{rx} - \alpha_{lrx} \quad \text{Ec.(2.9)}$$

Donde:

P_{tx} = Potencia de transmisión.

α_{ltx} = pérdidas en la línea de transmisión.

α_{lrx} = pérdidas en la línea de recepción.

G_{tx} = Ganancia de la antena de transmisión.

G_{rx} = Ganancia de la antena de recepción.

α_s = pérdidas por obstrucción.

α_{Eo} = pérdidas en el espacio libre.

En el diseño del radio-enlace se debe especificar la fiabilidad en cuanto a desvanecimiento junto con el margen de desvanecimiento. Si el umbral de recepción es U_{rx} (dB) y, el margen de desvanecimiento es MD (dB), cada vez que haya un desvanecimiento que exceda MD dB se perderá la señal y se registrará una interrupción del circuito. Si la probabilidad de este hecho es Pro , el circuito estará cortado durante un 100% del tiempo por término medio y su fiabilidad será de $100(1-Pro)\%$.

Fijada una cierta confiabilidad, se determina MD para un vano dado y conocido U_{rx} , que depende del equipo, se determina la potencia de transmisión necesaria.

$$U_{rx} = -171 + T + F + UFM + 10 \log B(\text{Hz}) \quad [\text{dBw}] \quad \text{Ec.(2.10)}$$

Donde:

U_{rx} = Umbral de recepción.

T = Valor por temperatura (1, 2, ó 3 valores típicos).

F = Figura de ruido.

UFM = Umbral de mejoramiento (valor constante práctico 10).

B = Ancho de banda.

2.3.4.7 Anomalías de propagación en microondas

El gradiente del índice de refracción o factor K que corresponde al radio eficaz de la tierra se define como el grado y la dirección de la curvatura que describe el haz de microondas durante su propagación.

Cualquier variación del índice de refracción provocada por la alteración de las condiciones atmosféricas, se expresa como un cambio del factor K. En condiciones atmosféricas normales, el valor de K varia desde 1.2 para regiones elevadas y secas, hasta 2 o 3 para zonas costeras húmedas. Cuando K se hace infinito, la tierra aparece ante el haz como perfectamente plana, ya que su curvatura tiene exactamente el mismo valor que la terrestre. Si el valor de K disminuye a menos de 1, el haz se curva en forma opuesta a la curvatura terrestre. Este efecto puede obstruir parcialmente al trayecto de transmisión, produciéndose así una difracción.

2.3.4.7.1 Fenómenos que influyen en la propagación

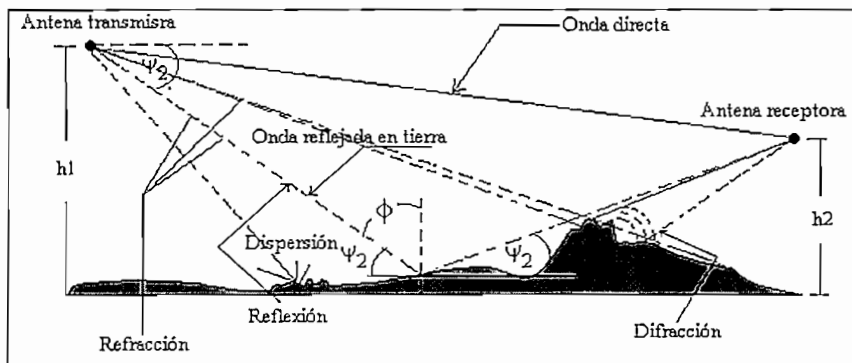


Fig. 2.7 Elementos actuantes en la propagación

Reflexión.- Este fenómeno se debe a que la señal a transmitir toma varios caminos uno de los cuales se refleja en tierra, observar figura (2.7); con lo cual las señales llegan con fases diferentes es decir dos o más ondas de radio existen simultáneamente en el mismo punto y se produce el patrón de interferencia. Para evitar esto se utiliza antenas directivas y se trabaja con frecuencias altas.

Refracción.- Este se da debido a que un rayo transmitido tangencialmente a la superficie de la tierra tiende a curvarse y volver hacia ella, o el rayo transmitido puede llegar al receptor por otros medios. Podemos dividirlo en dos casos:

Refracción Abrupta.- Cuando una onda electromagnética se topa con varios medios de propagación.

Refracción Progresiva.- Cuando los medios de propagación son crecientes o decrecientes, como observamos en la gráfica (2.7).

Difracción.- Este fenómeno se da cuando existen obstáculos entre el transmisor y el receptor, existiendo una zona de sombra esperada, observar la figura (2-7). Este fenómeno produce pérdidas de propagación que deberán ser tomados en cuenta en los cálculos pertinentes.

Dispersión.- Desde hace varios años se viene utilizando frecuencias superiores a los 30 MHz, llegando a tener mas allá del horizonte señales muy débiles, estas señales tienen fluctuaciones rápidas, estas se originan del resultado de la dispersión de energía electromagnética por las irregularidades tanto en tierra como en la tropósfera.

Con excepción del desvanecimiento por efecto de trayectos múltiples, los desvanecimientos son fácilmente superable mediante: Diversidad de espacio, Diversidad de frecuencia, Diversidad de polarización.

Las anomalías de propagación ocurren cuando K es inferior a 1, el trayecto podría quedar obstruido y por lo tanto sería vulnerable a los fuertes desvanecimientos provocados por el efecto de trayectos múltiples.

2.3.4.7.2 Desvanecimiento

El desvanecimiento se debe normalmente a los cambios atmosféricos y a las reflexiones del trayecto de propagación al encontrar superficies terrestres o acuáticas. La intensidad del desvanecimiento aumenta en general con la frecuencia y la longitud de trayecto. Con la siguiente ecuación podemos calcular la probabilidad de desvanecimiento.

$$U = 2,6 \times 10^{-6} * f * d^3 * 10^{\frac{MD}{10}}$$

Ec.(2.11)

Donde:

f = frecuencia de trabajo.

d = distancia del enlace.

MD = margen de desvanecimiento (diferencia entre la potencia recibida y el umbral de recepción, perfil de presupuesto anteriormente citada).

En caso de transmisión sobre terreno accidentado, el desvanecimiento debido a propagación multitrayecto es relativamente independiente del citado margen sobre obstáculo y en casos extremos tiende a aproximarse a la distribución de Rayleigh anteriormente citada.

Cuando se produce desvanecimiento o se varían los equipos de radiocanal normal, su señal correspondiente puede ser transferida a otro de los canales de reversa por medio de un rápido sistema de conmutación, mejora la fiabilidad del sistema y se conoce como técnicas de diversidad.

El principio de recepción por diversidad consiste en recibir y analizar varias señales no correlacionales y escoger en cada instante la mejor (sistema de diversidad por conmutación), o en recibir en todo momento una combinación de las distintas señales (sistemas de diversidad en espacio y de diversidad en frecuencia). Existe un tercer método para reducir al mínimo el tiempo fuera de servicio del sistema por desvanecimiento profundo denominado Diversidad de polarización.

Diversidad de frecuencia

En los sistemas de radiocomunicación por diversidad de frecuencia se necesitan por lo menos dos transmisores y dos receptores que envíen y reciban las mismas señales por dos frecuencias distintas. Normalmente solo se necesita una antena de transmisión y otra de recepción. Las salidas de los receptores se conectan en un combinador de diversidad que suma la potencia de las dos señales para formar una sola. En la mayoría de los casos la separación de las frecuencias se sostiene dentro de la banda asignada al servicio. En algunos sistemas de microondas se utilizan frecuencias de dos bandas, obteniéndose así una separación mucho mayor. A este método también se conoce como Diversidad de bandas cruzadas.

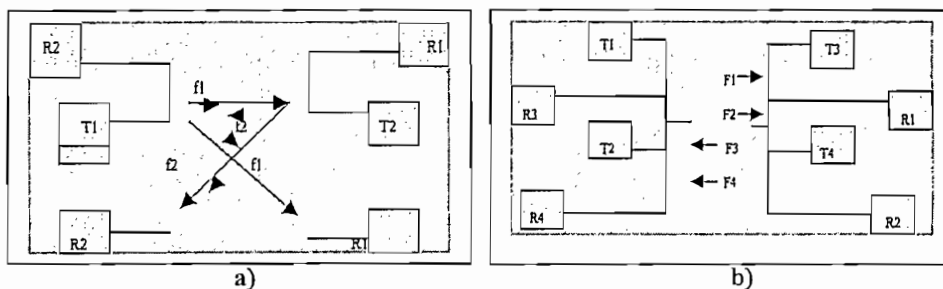


Fig.2.8a) Diversidad en espacio (una sola frecuencia) b) Diversidad en frecuencia (dos frecuencias)

La eficiencia de la diversidad de frecuencia depende de la diferencia de longitud de onda entre las frecuencias utilizadas. El desvanecimiento se produce cuando las señales siguen un mismo trayecto pero tienen diferentes longitudes de onda en el receptor, es imposible que se produzca un profundo desvanecimiento simultáneo. La diversidad de frecuencia constituye una solución fácil y práctica para contrarrestar el desvanecimiento de propagación por trayectos múltiples. Las ventajas del método de diversidad de frecuencia son:

- Utilizar dos transmisores y dos receptores, suministra dos trayectos eléctricos para las señales y protege la continuidad del servicio en caso de averías. Si un equipo falla el otro continúa en funcionamiento.
- Las pruebas y regulaciones pueden efectuarse sin interrupción del servicio. En todos los sistemas de radiotransmisión por diversidad, ya sea de espacio o frecuencia, debe emplearse un método de combinación para controlar las señales en los puntos de recepción.

Dos clases de recepción de diversidad que utilizan comúnmente en los sistemas de radiotransmisión por microondas entre puntos fijos de líneas visual. Muestra tres formas de combinación: de ganancia variable, igual ganancia y conmutación óptima. Las señales se pueden combinar en la etapa de banda base o en frecuencia intermedia, siendo el primer método el más común.

Diversidad de espacio

Por lo general en los sistemas por diversidad de espacio se transmite una misma señal a dos antenas receptoras instaladas con cierta separación vertical. Las dos salidas de los receptores se combinan en la estación.

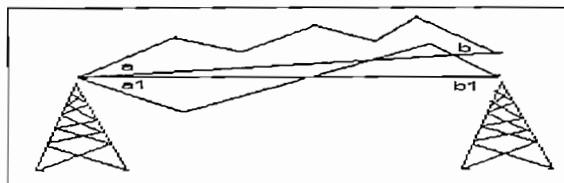


Fig. 2.9 Diversidad de espacio, caminos diferentes hacia el receptor

El sistema por diversidad de espacio funciona de acuerdo con el principio de que los dos componentes de una misma señal que corren dos caminos distintos no tendrán los mismos puntos de interferencia. Una misma longitud de onda sufre diferentes grados de interferencia en dos puntos espaciados verticalmente por que dicha onda llega a las antenas por dos caminos distintos.

En la diversidad de espacio, dos ondas refractadas de igual longitud se propagan por diferentes trayectos (b y b_1), y no ejercen la misma interferencia sobre las ondas directas (a y a_1). Cuando es difícil obtener suficientes asignaciones de frecuencia, la diversidad de espacio es la mejor protección contra el desvanecimiento por efecto de trayectos múltiples.

Generalmente se elige la mayor separación posible entre las antenas, teniendo en cuenta la altura máxima de las torres y otros factores mecánicos o limitaciones de orden económico. Esta solución empírica se basa en la probabilidad de que el rendimiento del sistema aumentará en relación con la separación entre antenas.

En el otro método de cálculo se emplean separaciones directas destinadas a contrarrestar la simple interferencia de las componentes reflejadas de señales que recorren dos caminos diferentes. Para el cálculo se utiliza un diagrama conocido como separación vertical, que indica los puntos de anulación y de intensidad máxima de las señales. El análisis de dicho diagrama revela que la interferencia depende de la altura que existía entre la componente directa y las superficies reflectoras del trayecto. Esta relación teórico práctico de interferencia se conoce como Zonas de Fresnel.

Las zonas de Fresnel forman una serie de círculos concéntricos imaginarios entre el transmisor y receptor. La posición de zonas depende de la longitud de onda. Cada zona contiene componentes que viajan por trayectos que no tienen más de media onda de diferencia entre sí, en toda la longitud.

Dos trayectos que pasen por puntos correspondientes en zonas vecinas tendrán una diferencia equivalente de onda. Todo trayecto de propagación está rodeado de un número ilimitado de zonas de Fresnel, las zonas se enumeran desde el centro de trayecto hacia afuera. El trayecto que pasa por la primera zona de Fresnel varía hasta en media longitud de onda respecto al trayecto directo de la señal. La distancia del trayecto por la segunda zona varía

entre media onda y una onda completa, y así sucesivamente. Cada número de zona corresponde a un aumento de media longitud de onda en la distancia total del trayecto.

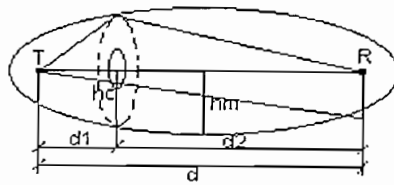


Fig. 2.10 Zonas del radio de Fresnel

La anulaci3n de la componente directa se produce cuando el punto de reflexi3n queda ubicado dentro de una zona par. Por esta raz3n se procura evitar que los trayectos pasen por las zonas de Fresnel de n3mero par.

Una onda reflejada puede causar interferencia en la onda directa. Si en el punto de reflexi3n entre las dos ondas la distancia d_1 es igual al radio de una zona de Fresnel de n3mero impar, se producir3 un refuerzo de se3ales. En cambio, si h es igual al radio de un zona de n3mero par, las dos ondas se anular3n, desvaneci3ndose la se3al.

Las antenas de recepci3n de un sistema se instalan con una separaci3n que permita interceptar dos componentes directas de la se3al de transmisi3n. Si el c3lculo se efect3a en base al valor K esperado, es posible determinar las componentes directas y la altura de antenas que resultan m3s adecuadas para aprovechar las zonas de Fresnel favorables.

Al modificar el factor K , var3a la altura de la onda directa. Como resultado, tambi3n cambia la posici3n de las zonas de Fresnel con respecto a la tierra. Una forma de calcular la separaci3n entre antenas es ubicar una de modo que reciba la onda reflejada por una zona de Fresnel impar en condiciones atmosf3ricas normales. La otra antena se ubica de modo que reciba la onda reflejada de una zona par contigua a la impar. El radio del n -3simo zona de Fresnel viene dado por:

$$R_{fn} = \left(\frac{nhd_1d_2}{d_1+d_2} \right)^{1/2} \text{ [m]} \quad \text{Ec.(2.12)}$$

Donde :

R_{fn} = Radio de la n-esima zona de Fresnel en metros.

h = Longitud de onda en metros.

d_1 = Distancia del transmisor al punto considerado en metros.

d_2 = Distancia del punto considerado al receptor en metros.

Diversidad de polarización

En este método dos señales procedentes del radiotransmisor se envían simultáneamente por dos antenas separadas, una con polarización vertical y la otra horizontal. La diversidad de polarización resulta útil para la transmisión por onda indirecta en la parte baja del espectro de frecuencias.

En cambio, este método no da resultados en la transmisión de microondas por onda espacial debido a que generalmente ambas señales polarizadas se desvanecen al mismo tiempo.

Desvanecimiento total

Comparativamente el desvanecimiento total es raro, pero cuando se presenta, sus efectos suelen ser catastróficos, pues anulan por completo las señales. En este caso, los métodos tradicionales usados para mejorar la confiabilidad de los radioenlaces, tales como: Aumento del margen contra el desvanecimiento o la aplicación de diversidad resultan prácticamente ineficaces. Se considera como desvanecimiento total a cualquier atenuación excesivamente larga de las señales de microondas. El desvanecimiento total se caracteriza por una aguda disminución de densidad atmosférica a medida que aumenta la altura, que es la causante del verdadero desvanecimiento.

El desvanecimiento total se confunde a menudo con el desvanecimiento por dirección u obstrucción del haz cuando se produce una curvatura inversa, pero las características de estos dos fenómenos son opuestas. El desvanecimiento total se produce por presencia de una atmósfera superrefractiva, que a veces es invisible salvo en zonas brumosas, sin embargo, en algunas ocasiones dicha atmósfera resulta visible en forma de niebla, de vapor de agua caliente o niebla que refracta el frente de la onda del haz abajo hasta una superficie acuática o

terrena, antes de llegar a la antena receptora. En estos casos, generalmente ninguna parte de la señal llega a la antena receptora.

Desvanecimiento total por desacople de antena

Aun cuando la antena receptora este dentro del horizonte radioeléctrico, la aparición de una capa superrefractiva hace que el haz propagado llegue a su destino con un ángulo de elevación mayor que el normal. Si en condiciones atmosféricas normales las antenas transmisoras y receptoras fueran orientadas para obtener la máxima respuesta con el mayor nivel de señal, al variar las condiciones formado una capa superrefractiva el ángulo de incidencia del haz se desplazara hacia arriba.

Teniendo en cuenta que las antenas de grandes dimensiones o los reflectores pasivos tienen un lóbulo de irradiación estrecho y considerado también la longitud de los trayectos de microondas, un cambio de 0.5° ó más en el ángulo de llegada del haz puede desplazar el trayecto, a dejarlo del lóbulo principal de la antena. En este evento se producirá un desvanecimiento total.

El comportamiento característico del desvanecimiento total por desacople de antena es idéntico a la que se produce cuando la antena receptora se encuentra mas allá del horizonte radioeléctrico. Cuando se anticipa o se experimenta un desacople, las antenas receptoras pueden inclinarse levemente hacia arriba con lo cual también se introduce una pérdida de 1 o 2 dB durante la propagación normal.

En la instalación de antenas alta y baja la inferior puede reducirse de tamaño. Así mismo, la iniciación de las antenas trae la ventaja de aumentar la discriminación a las reflexiones superficiales durante los períodos de programación normal. Si después de haber efectuado una instalación de microondas se descubre que el trayecto es susceptible a sufrir desvanecimiento total:

a) Estudiar la posibilidad de introducir desacople de antenas. Esta medida se toma especialmente cuando: Las parábolas o los reflectores son de grandes dimensiones; El trayecto es de gran longitud; Se utiliza la gama superior de 6 a 13 GHz.

Si inicialmente la posición de una o de ambas antenas transmisoras se desvía levemente hacia abajo con respecto al ángulo normal de incidencia del haz, la capa superrefractiva puede desplazar el haz en forma que no llegue el lóbulo principal de la antena receptora. En estas condiciones se producirá un desvanecimiento total, en este caso la mayor o la menor de las dos antenas puede reorientarse verticalmente hasta encontrar un trayecto adecuado. Sin embargo, en vez de reorientar las antenas grandes para evitar un posible desacople, conviene utilizar una pequeña antena receptora de prueba, de 60 cm a 1.20 m para efectuar el rastreo del trayecto. A veces suele colocarse una pequeña antena fija para evitar el efecto de desacople entre las antenas grandes.

b) Si la antena receptora queda mas allá del horizonte visual, en vez de quedar solo desorientada o desacoplada, se debe investigar si a lo largo del mástil o torre de soporte de la antena se encuentra presente alguna señal estable de nivel inferior al normal. El trayecto de la señal posiblemente queda a una altura de 3 a 9 m sobre el nivel del terreno o bien debajo de la línea normal de visión directa.

Si se comprueba la existencia de este trayecto durante el desvanecimiento total, los receptores deben disponerse para funcionar en diversidad de espacio. Si ya se cuenta con este tipo de recepción debe utilizarse además diversidad de antenas sobre la torre.

c) Aumentar la altura libre del trayecto a un mínimo de $K=1$, sobre una capa de 50 m de altura. Mediante pruebas apropiadas se localiza la capa atmosférica y se determina la altura de las antenas ajustadas para tal fin. Si se sospecha la existencia de una capa reactiva en la mitad del trayecto. A veces es inevitable la presencia de desvanecimiento total en algunas zonas geográficas durante ciertas épocas del año cuando existe una combinación desafortunada de factores determinantes, tales como la densidad atmosférica y la naturaleza del terreno.

2.3.4.7.3 Confiabilidad de sistemas de radiotransmisión por microondas

Las normas de seguridad de los sistemas de microondas han alcanzado gran rigidez. Por ejemplo se utiliza un 99.99% de confiabilidad general en un sistema patrón de 6000 Km.

de longitud, lo que equivale a permitir solo un máximo de 53 minutos de interrupción al año por cada enlace.

Por enlace o radioenlace se entiende el tramo de transmisión directa entre dos estaciones adyacentes, ya sean terminales o repetidoras, de un sistema de microondas. El enlace comprende los equipos correspondientes de las dos estaciones, como así mismo las antenas y el trayecto de propagación entre ambas. De acuerdo con las recomendaciones del CCIR, los enlaces, deben tener una longitud media de 50 Km.

Las empresas industriales que emplean sistemas de telecomunicaciones también hablan de una confiabilidad media del orden de 99.999%, o sea un máximo de 5,3 minutos de interrupciones por año, en los sistemas de microondas de largo alcance.

Los cálculos estimados y cómputos de interrupciones del servicio por fallas de propagación, emplean procedimientos parciales o totalmente empíricos. Los resultados de dichos cálculos generalmente se dan como tiempo fuera de servicio (TFS) anual por enlace o porcentaje de confiabilidad por enlace.

$$CP = 100 (1-U) \quad [\%] \quad \text{Ec.(2.13)}$$

Donde:

CP = Confiabilidad de propagación.

U = Probabilidad de desvanecimiento.

Una aplicación lógica de cálculo es sumar las interrupciones por enlace durante el año, causadas por: averías del equipo, malas condiciones de propagación e inclusive las siguientes demoras: notificación de falla, viaje hasta el lugar de instalación del equipo averiado, determinación del carácter de la falla y tiempo que realmente se ocupa para efectuar la reparación o el reemplazo necesario.

Tabla 2.2 a) Relación entre la confiabilidad del sistema y el tiempo fuera

CONFIABILIDAD %	TIEMPO FUERA %	TIEMPO FUERA POR		
		AÑO	MES (Avg.)	DÍA (Avg.)
0	100	8760 horas	720 horas	24 horas
50	50	4380 horas	360 horas	12 horas
80	20	1752 horas	144 horas	4.8 horas
90	10	876 horas	72 horas	2.4 horas
95	5	438 horas	36 horas	1.2 horas
98	2	175 horas	14 horas	29 minutos
99	1	88 horas	7 horas	14.4 minutos
99.9	0.1	8.8 horas	43 minutos	1.44 minutos
99.99	0.01	53 minutos	4.3 minutos	8.6 segundos
99.999	0.001	5.3 minutos	26 segundos	0.86 segundos
99.9999	0.0001	32 segundos	2.6 segundos	0.086 segundos

Fallas de propagación y fallas de equipo de sistemas de microondas

Para el cálculo de confiabilidad ultraelevada de sistemas de microondas, el análisis y la descripción de la confiabilidad de propagación debe ser independiente de la confiabilidad del equipo. Los valores de confiabilidad ultraelevada significan que existe un alto porcentaje de probabilidad de que el número de interrupciones por fallas del equipo, dentro de cualquier año, será cero. Si llega a ocurrir una avería, esta será, de larga duración (comparativamente) y es probable que absorba el tiempo fuera de servicio anual calculado para cientos de años.

Si dicho pronóstico se usara en las especificaciones del sistema de comunicaciones (en lugar de emplear solo cálculos de valores estimados), para que los fabricantes o proveedores de equipos pudieran satisfacer tal requisito no tendrían que producir ninguna falla por el período especificado o durante la vida útil del equipo, lo que desde luego es imposible anticipar.

Otro problema es que no existe una forma de evaluar realmente el mérito relativo de invertir los valores de probabilidad de que ocurra o no interrupciones de funcionamiento en un período determinado; la limitación descrita es de carácter clásico y no depende de la validez de los cálculos.

Se debe tomar en cuenta en las especificaciones de confiabilidad de sistemas de microondas el hecho de que en los cálculos de tiempo medio entre fallas sólo se consideran aquellas interrupciones o averías que ocurren por circunstancias imprevistas y fallas de los componentes por causas imposibles de predecir. Por lo tanto se excluye la mayoría de las averías que ocurren en la práctica, tal como:

Averías ó errores humanos en el proyecto, planeación, instalación, manejo o mantenimiento de los equipos, fallas prematuras o por desgaste y fenómenos raros de propagación de señales que afectan ambas ramas de los sistemas redundantes.

2.4 SISTEMAS RADIANTES (ANTENAS)

2.4.1 Definiciones

Una antena es un dispositivo que sirve para transmitir y recibir ondas de radio. Convierte la onda guiada por la línea de transmisión (el cable) en ondas electromagnéticas que se pueden transmitir por el espacio libre.

En realidad una antena es un trozo de material conductor al cual se le aplica una señal y esta es radiada por el espacio libre. Las antenas deben de dotar a la onda radiada con un aspecto de dirección; es decir, deben acentuar un solo aspecto de dirección y anular o mermar los demás.

Las antenas también deben dotar a la onda radiada de una polarización. La polarización de una onda es la figura geométrica descrita, al transcurrir el tiempo, por el extremo del vector del campo eléctrico en un punto fijo del espacio en el plano perpendicular a la dirección de propagación.

Para todas las ondas, esa figura es normalmente una elipse, pero hay dos casos particulares de interés y son cuando la figura trazada es un segmento, denominándose linealmente polarizada, y cuando la figura trazada es un círculo, denominándose circularmente polarizada.

Una onda está polarizada circularmente o elípticamente a derechas si un observador viese a esa onda alejarse, y además viese girar al campo en el sentido de las agujas de un reloj. Lógicamente, si lo viese girar en sentido contrario, sería una onda polarizada circularmente o elípticamente a izquierdas.

2.4.1.1 Distribución de corriente en una antena

Una antena, al ser un elemento de un circuito, tendrá una distribución de corrientes sobre ella misma. Esta distribución dependerá de la longitud que tenga la antena y del punto de alimentación de la misma.

Antes de continuar tenemos que hacer una parada para explicar que es una onda estacionaria, esta es una onda que se crea cuando una señal se está propagando por un medio de transmisión y es reflejada por culpa de una mala adaptación o por culpa de un final de línea.

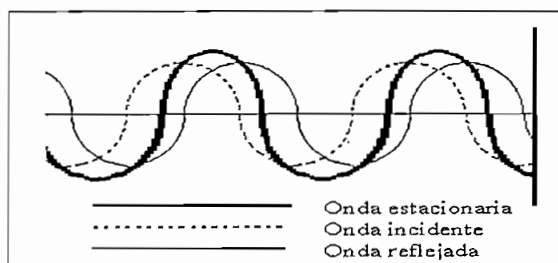


Fig. 2.11 Ondas en la línea de transmisión (antena)

Una cosa que no se ha comentado, pero que es muy importante, es la posición de los máximos y de los mínimos de una onda estacionaria. Al estar acabada la línea en un circuito abierto, en ese punto no podrá desplazarse la corriente, luego el módulo de la corriente en el extremo de la línea tendrá un mínimo. Por la misma razón, la tensión en ese punto tendrá un máximo, ya que hay máxima concentración de energía.

Al ir variando la tensión y la intensidad en la línea, la impedancia también irá variando, este detalle es importante puesto que una vez que tengamos diseñada nuestra antena, dependiendo del punto en el que la alimentemos, tendremos distinta impedancia.

Sin meterse en cuestiones físicas, si una corriente circula por un conductor, creará un campo eléctrico y magnético en sus alrededores. Luego nuestra corriente creará un campo eléctrico y magnético, pero como supondremos que la distancia entre los dos conductores que forman nuestra línea es pequeña, no se creará una onda que se propaga, puesto que la contribución que presenta el conductor superior se anulará con la que presenta el conductor inferior.

Pero si separamos en un punto los dos conductores, los campos que crean las corrientes ya no se anularán entre sí, si no que se creará un campo eléctrico y magnético que formará una onda que se podrá propagar por el espacio.

Veamos como se distribuye la corriente en función de la longitud de la antenna (H) y su diagrama de radiación en la siguiente tabla. En ella se indica el ancho de haz a -3 dB, la directividad (D), la resistencia de radiación en el punto de máxima corriente (R_{rm}) y la resistencia en el punto de alimentación de la antenna (R_{re}).

		$H = 5\lambda/8$ $\Delta\theta_{-3dB} = 33^\circ$	$R_{rm} = 105\Omega$ $R_{re} = 210\Omega$ $D = 3,33$
		$H = 3\lambda/4$ $\Delta\theta_{-3dB} = 33^\circ$ $\theta_{max} = 43^\circ$	$R_{rm} = 99,5\Omega$ $R_{re} = 99,5\Omega$ $D = 2,17$
		$H = \lambda/4$ $\Delta\theta_{-3dB} = 78^\circ$	$R_{rm} = 73\Omega$ $R_{re} = 73\Omega$ $D = 1,64$
		$H = 3\lambda/8$ $\Delta\theta_{-3dB} = 64^\circ$	$R_{rm} = 180\Omega$ $R_{re} = 360\Omega$ $D = 1,94$
		$H = \lambda/2$ $\Delta\theta_{-3dB} = 48^\circ$	$R_{rm} = 199\Omega$ $R_{re} = \infty\Omega$ $D = 2,41$

Fig. 2.12 Lóbulos de radiación, con variación de longitud (H).

Como podemos ver, no por tener una antenna más larga logramos radiar mejor, lo único que conseguimos es variar el diagrama de radiación y la impedancia que presenta.

2.4.2 Parámetros generales de una antena

Una antena va a formar parte de un sistema, por lo que tenemos que definir parámetros que la describan y nos permita evaluar el efecto que va a producir sobre nuestro sistema. Como una antena es un sistema que realiza una transición entre un circuito eléctrico y el aire, tendremos dos tipos de parámetros. Los primeros serán parámetros circuitales que estarán relacionados con la parte eléctrica, y los segundos serán parámetros electromagnéticos que estarán relacionados con la parte encargada de radiar la señal.

Todos los parámetros descritos se pueden subdividir en parámetros de transmisión y de recepción, pero por el teorema de reciprocidad, se podrán resumir en uno solo.

Impedancia.- Una antena se tendrá que conectar a un transmisor y deberá radiar el máximo de potencia posible con un mínimo de pérdidas. Se deberá adaptar la antena al transmisor para una máxima transferencia de potencia, que se suele hacer a través de una línea de transmisión; ésta línea también influirá en la adaptación, debiéndose considerar su impedancia característica, atenuación y longitud.

Como el transmisor producirá corrientes y campos, a la entrada de la antena se puede definir la impedancia de entrada mediante la relación tensión-corriente en ese punto. Esta impedancia poseerá una parte real $[R_e(w)]$ y una parte imaginaria $[R_i(w)]$, dependientes de la frecuencia.

Si a una frecuencia una antena no presenta parte imaginaria en su impedancia $[R_i(w)=0]$, entonces diremos que esa antena está resonando a esa frecuencia. Normalmente usaremos una antena a su frecuencia de resonancia, que es cuando mejor se comporta, luego a partir de ahora no hablaremos de la parte imaginaria de la impedancia de la antena, si no que hablaremos de la resistencia de entrada a la antena R_e . Lógicamente esta resistencia también dependerá de la frecuencia.

Angulo de radiación (r).- Es el ángulo sobre el horizonte con respecto al eje del lóbulo principal de radiación y que va ligado directamente a la polarización de la antena (horizontal o vertical) como a la altura por sobre la superficie del suelo, frecuencia de funcionamiento, etc.

Antena imagen.- Es una antena imaginaria o imagen especular de una antena real, donde las direcciones del flujo de corriente son diferentes (tal como miramos de frente a un espejo) donde además su polarización eléctrica instantánea es de signo opuesto. La diferencia de fase entre la antena real y antena imagen es de 180° cuando la antena está colocada en forma horizontal al plano de tierra. y para el caso del dipolo vertical la antena real y su imagen están en fase

Polarización de la antena.- Como fueron explicadas anteriormente las antenas pueden estar polarizadas vertical u horizontalmente dependiendo del campo eléctrico de la antena (Campo eléctrico [E].

Ancho de banda de la antena.- Es la medida de su aptitud para funcionar en una gama especificada de frecuencias en buenas condiciones de resonancia.

Relación pecho-espalda (FRONT TO BACK).- Es la relación de irradiación de la antena calculada entre su lóbulo principal y el lóbulo opuesto (y se relaciona para antenas direccionales o directivas).

(Q) de la antena.- El factor Q de la antena es la medida del factor de calidad o factor de mérito y se le expresa como selectividad de la antena.

Directividad de la antena.- Es la capacidad de una antena para concentrar el máximo valor de radiación en una dirección deseada seleccionando el objetivo donde se desea transmitir o recepcionar en el caso inverso.

Largo de onda – longitud física.- El concepto de la onda se desarrolla porque una corriente eléctrica alterna fluye a través de un alambre (antena) moviendo así campos eléctricos y magnéticos. Esta onda tiene un largo específico llamado largo de onda y es la medida en que una emisión de onda, en una frecuencia dada con respecto al largo físico de la antena, la mantienen en resonancia.

Eficiencia.- Relacionado con la impedancia de la antena tenemos la eficiencia de radiación y la eficiencia de reflexión. Estas dos eficiencias nos indicarán una, cuanto de buena es una

antena emitiendo señal, y otra, cuanto de bien está adaptada una antena a una línea de transmisión.

Diagrama de Radiación.- Un diagrama de radiación es una representación gráfica de como es la radiación de una antena en función de las distintas direcciones del espacio, y siempre a una distancia fija. Normalmente se usa un sistema de coordenadas esféricas, colocando la antena en el origen. Se fija una distancia constante y se representa el campo eléctrico en función de las variables angulares. En algunas circunstancias es necesario la representación gráfica de la fase del campo eléctrico; ésta representación recibe el nombre de diagrama de Fase.

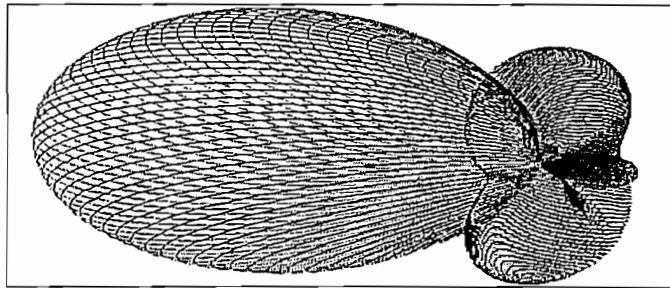


Fig. 2.13 Lóbulo de radiación en tres dimensiones

Algunas veces no nos interesa el diagrama de radiación en tres dimensiones, al no poder hacerse mediciones exactas sobre él. Lo que se suele hacer es un corte en el diagrama de radiación en tres dimensiones para pasarlo a dos dimensiones. Este tipo de diagrama es el más habitual ya que es más fácil de medir y de interpretar (dos dimensiones).

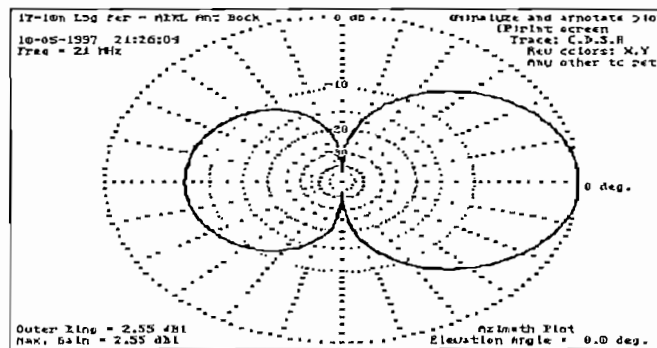


Fig. 2.14 Lóbulo de radiación en dos dimensiones (antena logarítmica)

2.4.3 Posibilidades de antenas y tipos de ellas

Dependiendo de su forma de irradiación de las ondas electromagnéticas tenemos: Antenas omnidireccionales y antenas direccionales. Las antenas omnidireccionales son aquellas que irradian un campo en todo su contorno en la forma de una figura geométrica llamada "TORO" (similar a un picarón) pero sin agujero central.

Las antenas direccionales son aquellas con la que es posible dirigir su campo de radiación hacia uno o más lugares en forma instantánea. Para redundancia valga decir que una antena vertical es por naturaleza generalmente omnidireccional y antena horizontal tipo dos polos es por lo general direccional o directivo.

Existen innumerables y variados tipos de antenas de las más diferentes propiedades tales como verticales, plano de tierra, cuadracúbicas, de alambre largo (long wire), yagis, quagis, dipolos plegados, doble Lazy, de período logarítmico (log periódicas) colineales, doble zeppelin, de cuernos, parabólicas, rómbicas, etc.

2.4.3.1 Antenas Parabólicas

Para entender el funcionamiento de éste tipo de antenas, debemos entender su principio de construcción y sus distintas propiedades. Una onda que se propaga en el espacio tiene un frente de onda esférico. Si la distancia en longitudes de onda, entre el punto de observación y el punto de emisión es muy grande, el frente puede considerarse como un frente de onda plano. Esto significa que, si se toma una superficie normal a la dirección de propagación (frente de onda), las ondas que arriban a esa superficie lo hacen con igual fase.

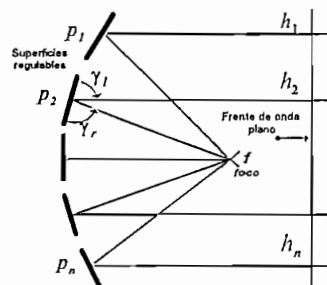


Fig. 2.15 Frente de onda plano, superficies regulables

Si en el punto f se coloca una fuente receptora, es de esperar que se reciba en ella toda la energía del frente de onda.

Existen muchos tipos de reflectores parabólicos. Los más usados son: Cilindros parabólicos, paraboloides de revolución truncados y paraboloides de revolución.

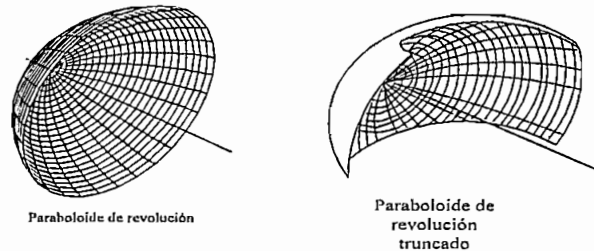


Fig. 2.16 Tipos de paraboloides

Estos dispositivos tienen por objeto lograr altas ganancias (posiblemente sean los arreglos de antenas con mayor ganancia práctica). Muy usadas en vínculos de microondas terrestres.

Dada una parábola de boca D y distancia focal f , se tienen la siguiente relación:

$$C = D/16(f/D) \quad \text{Ec.(2.14)}$$

Donde:

D = Boca de la parábola

f = Distancia focal

C = Profundidad de la parábola en el centro

Se han acomodado los términos foco a diámetro (f/D). Se verá más adelante la importancia de esta relación, en particular, cuando deba vincularse éste, con la fuente (iluminador).

Se define una fuente isotrópica puntual, a aquella fuente ideal, que radia energía en todas las direcciones del espacio con igual intensidad (fig.2.17). Esta fuente es utilizada como referencia para especificar la ganancia de una antena en particular, el ángulo sólido de radiación es de 4π estereoradian, y la forma de radiación corresponde a una esfera.

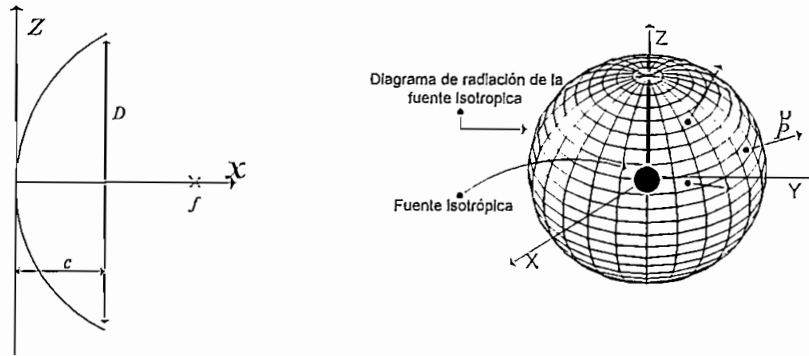


Fig. 2.17 Características básicas de una parábola, fuente isotrópica (radiación)

Diagrama de Radiación con reflector parabólico

Presenta un diagrama de radiación con un ángulo sólido muy pequeño. Ello significa que toda la potencia de la fuente se densifica en una dirección del espacio. Así, el vector de Poynting en esa dirección, tiene una magnitud mayor que el correspondiente a una antena isotrópica, y la relación entre el ángulo sólido de la fuente isotrópica, al ángulo sólido de una antena en particular, da lugar a la definición de ganancia

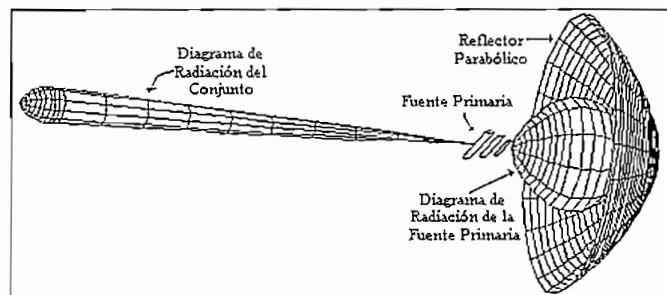


Fig. 2.18 Lóbulo de radiación de un reflector parabólico

Ganancia

La ganancia de un sistema con reflector parabólico, referida a la fuente isotrópica y adecuadamente iluminado es:

$$G = \frac{4 \pi}{\lambda^2} A_{em}$$

Donde:

A_{em} = área efectiva del paraboloides.

λ = longitud de onda.

Para un paraboloides de boca circular es:

$$G = 4 \pi \frac{\pi D^2}{4 \lambda^2} \therefore G = 9,87 \left(\frac{D}{\lambda} \right)^2 \quad \text{Ec.(2.16)}$$

Donde:

D es el diámetro del paraboloides.

λ Es la longitud de onda

La ecuación (2.16), expresa la ganancia máxima que se podría obtener de un sistema parabólico de construcción perfecta, y adecuadamente iluminado. En la práctica, la ganancia G es función del rendimiento. Este expresa las pérdidas, defectos de construcción y fallas de iluminación.

$$G = \eta 9,87 \left(\frac{D}{\lambda} \right)^2 \quad \text{Ec.(2.17)}$$

Donde: parámetros anteriores.

Normalmente se trabaja con valores de η , entre: $0,5 \leq \eta \leq 0,7$

La distancia focal y su relación con el diámetro (f/D), es una relación que sirve para vincular la fuente primaria, en lo que se refiere a la forma del diagrama de radiación de ésta, y cómo, la fuente ilumina el paraboloide según sea el diámetro de su boca.

Para lograr máxima ganancia del sistema, la fuente primaria debe tener un diagrama de radiación tal, que en los bordes del paraboloide incida un décimo (-10 db) de la energía que llega al centro.

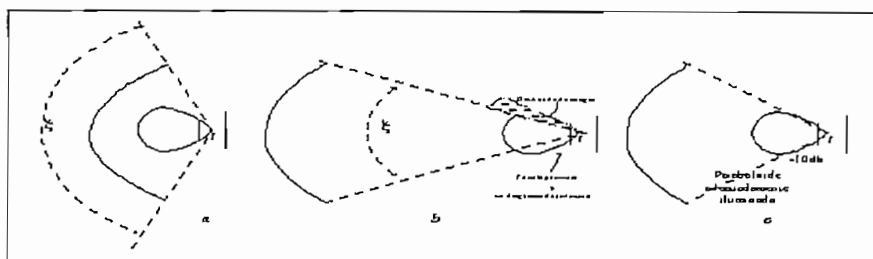


Fig. 2.19 Fuente primaria de reflectores con igual diámetro, pero, con diferentes distancias focales

Con el fin de disminuir los lóbulos laterales, se logra un buen compromiso entre éstos y la máxima ganancia, si se ilumina el reflector con un diagrama primario que tenga -20 db de energía dirigida.

Fuentes Primarias para Alimentar Reflectores Parabólicos

El centro de fase de la fuente primaria debe coincidir con el foco del reflector para lograr una adecuada distribución de la energía, y obtener así una iluminación sin desbordes, subalimentación, y sin lóbulos laterales; las fuentes primarias más usadas son:

- Dipolo de media onda con reflector.
- Antena bocina (horn).
- Dipolo de media onda complementado con guía de onda circular.
- Bocina circular corrugada.

Los reflectores se iluminan de dos formas; iluminación directa, iluminación indirecta.

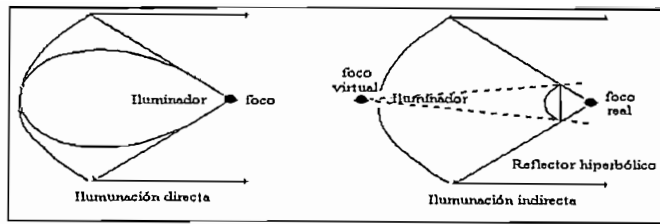


Fig. 2.20 Formas de iluminación

La iluminación directa se hace colocando la fuente primaria al frente de reflector. La indirecta se hace utilizando un reflector adicional, como por ejemplo un reflector Cassegrain.

Ángulos de Media Potencia

Se definen los ángulos de media potencia $\theta_{1/2}$, $\phi_{1/2}$, a los ángulos de un diagrama de radiación, en donde el vector de Poynting se hace igual a $\frac{1}{2}$ de su valor máximo. En la Fig.2.21 se indican éstos en los planos zy y xy.

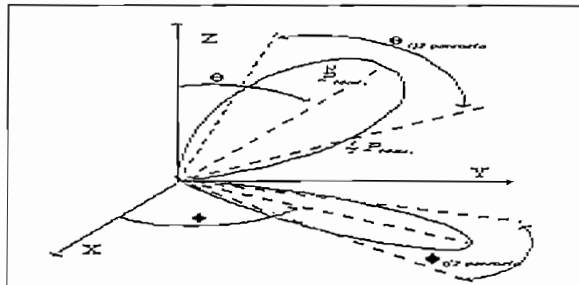


Fig. 2.21 Ángulos de media potencia en el plano x y z

2.4.3.2 Antenas para frecuencias de VHF y UHF

Para clasificar las ondas de radio se toman como medida los múltiplos de diez en la longitud de onda. Por lo tanto las ondas de VHF tienen una longitud de onda entre 1 Metro y 10 Metros mientras que las de UHF tienen una longitud de entre 10 Centímetros y un Metro.

Como la relación es que la frecuencia es igual a la velocidad de la luz (misma velocidad que la de propagación de las ondas electromagnéticas, aproximadamente 300.000

Km/h) dividida por la longitud de onda, entonces tenemos que la banda de VHF va desde los 30 MHz a los 300 MHz y la de UHF va de los 300 MHz a los 3 GHz.

En la antena la parte más baja es el coaxial que alimenta media longitud de onda de la parte superior de la antena en el medio en una conexión en serie (Toda la corriente de la línea de alimentación fluye a través de la antena).

La porción de diámetro ancho no toca el conductor exterior de la línea de alimentación excepto en la punta, esto es una condición que tiende a minimizar que las ondas se queden en el mástil que sostiene a la antena. Entre algunas antenas tenemos:

Aldorf Loop

Que es en forma de cuadrado, por propósitos descriptivos puede ser tomado por aproximadamente un tercio de longitud de onda. Las corrientes en los cuatro radiadores son iguales en magnitud y parecidas en fase. En apilamiento en un espacio vertical se usa una distancia de media onda.

Circular

Que también se llama antena de loop. Los dos conductores circulares radiantes están eléctricamente rotos en un condensador plano paralelo sin pérdida de continuidad mecánica y de fuerza. El círculo más bajo está roto donde el sistema es alimentado en la forma de "Folded Dipole" (Dipolo Doblado) el "largo eléctrico" de la circunferencia es de media onda. Cuando estas unidades están apiladas en vertical el espacio entre ellas es de una longitud de onda.

Coverleaf

Esta consiste en una torre de estructura metálica delgada. En el centro hay un conductor que junto con la torre misma forma un sistema de transmisión coaxial. Las "Hojas" radiantes están agarradas formando una circunferencia horizontal compuesta. El largo de cada uno de estos conductores es de aproximadamente 0.4 de longitud de onda. En apilamientos se usan intervalos de media longitud de onda. El diagrama horizontal prácticamente circular.

Es un cilindro vertical cerrado metálicamente en sus dos extremos, pero tiene una grieta abierta en un elemento del cilindro (slot), Esta alimentado en el corte en el cilindro estableciendo un voltaje a través de la grieta. La antena tiene un efecto externo como una distribución vertical de circunferencias horizontales. Las unidades apiladas son puestas muy juntas. El diámetro es más o menos que media longitud de onda.

Antenas tipo panel

En ondas métricas particularmente en ondas decimétricas, las dimensiones de los sistemas radiantes elementales son lo suficientemente pequeñas como para que el diseño del sistema de antena completo sea un producto completo del fabricante.

Estos elementos, denominados paneles, se fabrican constituyendo redes complejas con sistemas radiantes elementales. Un panel puede constar de un solo dipolo de media onda situado a una distancia predeterminada de un plano reflector, o en caso de redes más complicadas, de 4 o más sistemas radiantes elementales de banda estrecha o de banda ancha polarizados lineal o circularmente.

Los fabricantes optimizan los paneles con relación a: ganancia, diagrama de radiación, pérdidas de retorno, impedancia, banda de frecuencia de trabajo.

Los parámetros utilizados en la optimización son: estructura física de los elementos radiantes, separación entre los elementos radiantes, forma del reflector, sistema de alimentación.

Una de las características de las antenas de panel es la posibilidad de funcionamiento en banda ancha. A menudo se requiere que el mismo sistema de antena radie simultáneamente más de un programa a la misma zona.

Los paneles para bandas I ó III que se muestran en la figura (2.22), constan de dos dipolos de onda completa dispuestos verticalmente y excitados por su parte central. El

correcto desfasaje entre los distintos elementos se consigue mediante un cuidadoso diseño de la línea de conexión de los dipolos del transformador simétrico – asimétrico.

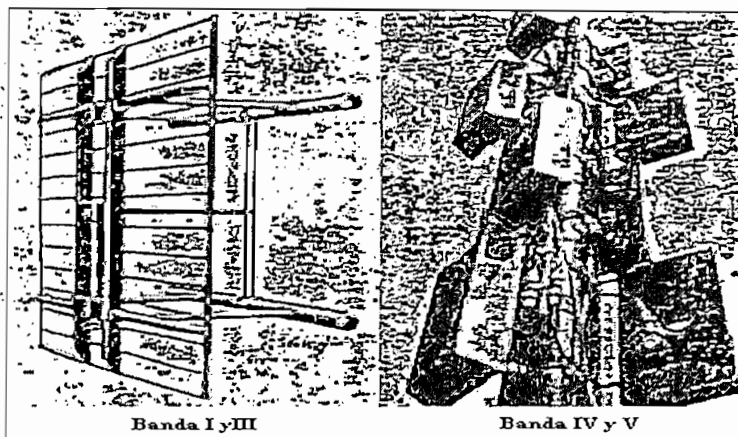


Fig. 2.22 Paneles de dipolos típicos en la banda I, III , IV , y V

Para obtener un buen diagrama de radiación es muy importante tener una configuración simétrica.

Los paneles en banda III se basan normalmente en la misma configuración. Sin embargo, las reducidas dimensiones de los elementos radiantes permiten una estructura con cuatro dipolos de onda completa dispuestos verticalmente y excitados por su parte central.

El desfasaje adecuado se consigue también en este caso mediante secciones de líneas conectadas al transformador simétrico - asimétrico central.

Antenas para captación de la señal de televisión

Cuando la señal de TV es débil o no existe, una buena antena casera exterior ofrece una solución sin tener que recurrir por ignorancia, a la adquisición de inútiles antenas comerciales que sólo ofrecen un montón de aluminio o latones de oneroso costo.

Para la confección de esas antenas sólo deberán considerarse las medidas de longitud para cada modelo; A cada canal de televisión le corresponde una frecuencia y a cada frecuencia le corresponde una longitud determinada. Dichas medidas de longitud no son en absoluto críticas, por ende no se necesita gran precisión en el cálculo.

Antena de TV Universal (canales 2 al 13)

El dipolo plegado pequeño o director deberá calcularse la media onda para el canal o la frecuencia más alta. El dipolo plegado grande deberá calcularse la media onda para el canal o la frecuencia promedio. El elemento trasero o reflector deberá calcularse la media onda para el canal o la frecuencia más baja. Se sugieren 67 cms, 79 cms y 250 cms respectivamente

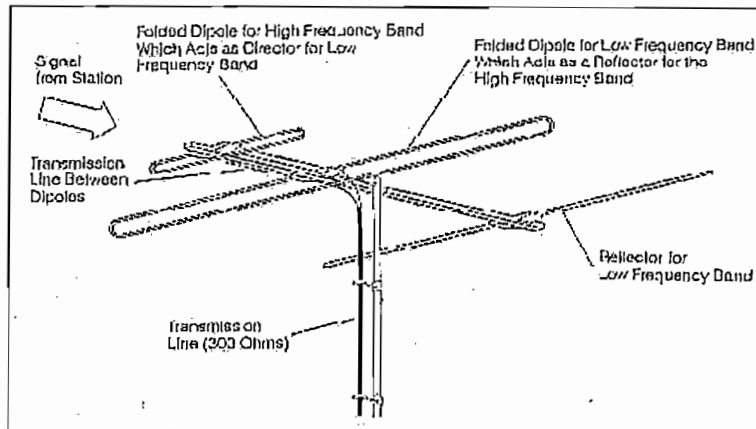


Fig. 2.23 Antena de TV Universal (canales 2 al 13)

Antena de Alta Ganancia (señales extremadamente débiles)

Para el dipolo central o elemento excitado deberá calcularse la media onda del canal promedio central; se sugiere 79 cms. Los elementos reflectores: cálculo de un 60% de longitud de onda; se sugiere 95 cm. para cada uno. Largo total del sistema reflector será equivalente a 2 ondas; se sugiere 3,16 mts.

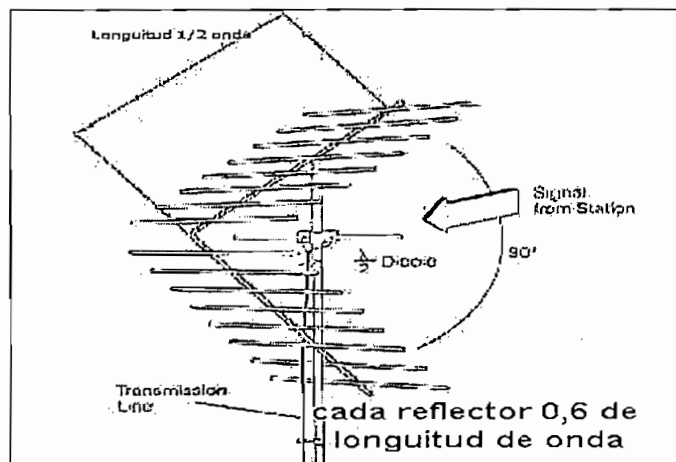


Fig. 2.24 Antena de Alta Ganancia (señales extremadamente débiles)

La longitud de cada placa deberá medir 21 cms. Aprox. desde el vértice hasta la base del triángulo. Cada triángulo debe ir aislado del otro y del mástil. El punto de conexión va como indica la figura (2.25). Puede perforar con algunos hoyos las placas para ofrecer menos resistencia al viento.

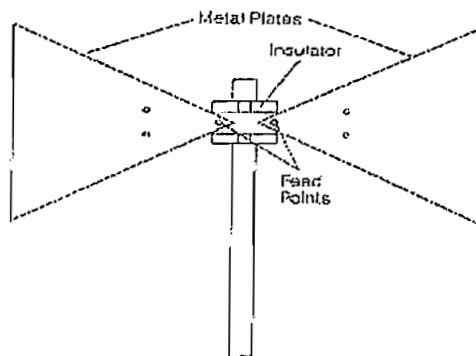


Fig. 2.25 Antena Universal para recepción en UHF (canales 14 al 83)

Para terminar esta parte de las antenas diremos que un señor de apellido HERTZ fue quien ideó y fabricó la primera antena de radio por el año 1884 aproximadamente cuando hacía experimentos de comunicaciones, aumentando con ello en forma substancial los precarios conocimientos que se tenían de las antenas y sus propiedades.

Antena Yagi

La antena Yagi del tipo direccional (llamada así en honor a su inventor un profesor japonés de apellido Yagi) y entre ellas la más primitiva y elemental es el dipolo; a este simple dipolo construido por lo general con alambres, veremos mas adelante que es posible agregarle mas elementos (sintonizados o desintonizados) con los cuales se van formando antenas direccionales de buenos rangos de eficiencia en la relación recepción-transmisión de ondas electromagnéticas y que son la base de los contactos entre radioaficionados.

Constituida por varios elementos paralelos y coplanarios, directores, activos y reflectores, utilizada ampliamente en la recepción de señales televisivas. Los elementos directores dirigen el campo eléctrico, los activos radian el campo y los reflectores lo reflejan.

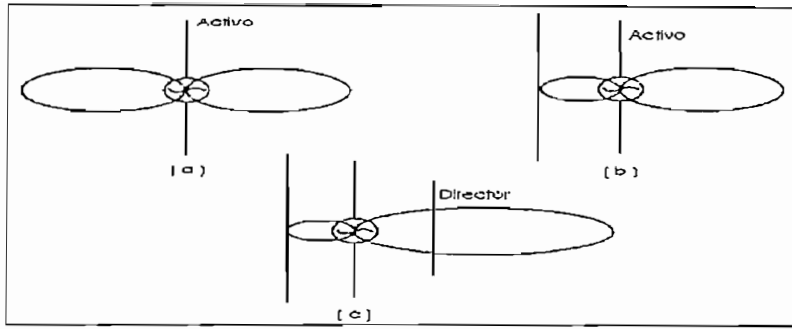


Fig. 2.26 Elementos activos y parásitos en una antena yagi.

Los elementos no activados se denominan parásitos, la antena yagi puede tener varios elementos activos y varios parásitos. Su ganancia esta dada por:

$$G = 10 \log n \quad \text{Ec.(2.18)}$$

Donde:

n = número de elementos por considerar.

Para la antena yagi de tres elementos la distancia entre el reflector y el activo es de 0.15λ , y entre el activo y el director es de 0.11λ . Estas distancias de separación entre los elementos son las que proporcionan la óptima ganancia, ya que de otra manera los campos de los elementos interferirían destructivamente entre sí, bajando la ganancia.

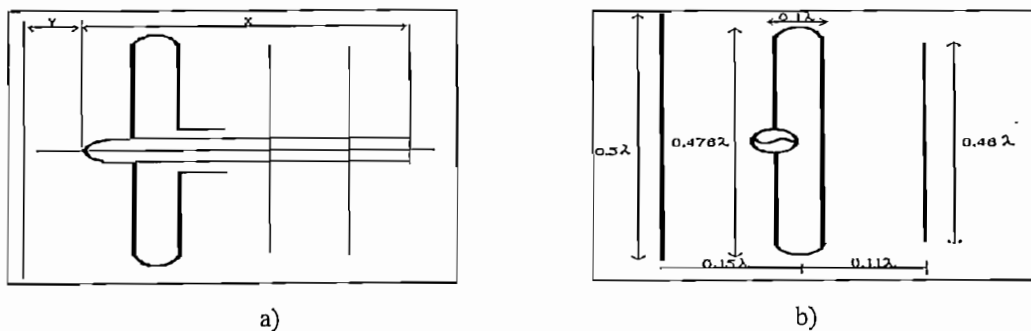


Fig. 2.27 a) Parámetros de diseño x y y , con la relación $x + y = \lambda / 4$

b) dimensión óptima ganancia de una antena yagi de tres elementos

Como se puede observar, este diseño de antena yagi resulta ser de ancho de banda angosto, ya que el elemento dipolar está cortado a una sola frecuencia que generalmente se selecciona en la mitad del ancho de banda de los canales bajos de TV; es decir, del canal 2 al canal 6 (de 50MHz a 86 MHz).

Esto resulta ser una desventaja ya que no es posible cubrir varios canales de TV con una misma ganancia seleccionada. Por tal razón se utiliza la denominada antena yagi de banda ancha, la cual puede cubrir varios canales a la vez aunque sacrificando la ganancia.

En la figura 2.27a se muestran los parámetros de diseño x y y , creando la relación $x + y = \lambda / 4$, la ganancia se acentúa alrededor de un solo canal.

Para considerar una antena yagi de banda ancha es necesario, entonces, hacer ajustes en la distancia entre los elementos para obtener, junto con el ancho de banda deseado, la ganancia óptima.

Se recuerda que para un arreglo de antenas en las cuales todos los elementos van alimentados se obtiene mejor ganancia para el denominado "en línea". Como la antena yagi utiliza elementos alimentados y parásitos, es común aumentar el número de elementos alimentados a 2 o 3; estos dipolos se cortan a la frecuencia media del ancho de banda, generalmente para los canales bajos de televisión da muy buen resultado (fig 2.27 b).

CAPITULO 3

CAPITULO III

SISTEMA DE TELEVISION

3.1 LA TELEVISION

Es un servicio público, sujeto a la titularidad, reserva y regulación del Estado, cuya prestación corresponderá mediante concesión, a las entidades públicas a que se refiere esta ley, a los particulares y comunidades organizadas. Como servicio público cumple unos fines, entre otros: formar, informar y recrear. Con el cumplimiento de los mismos, se busca satisfacer las finalidades sociales del Estado, promover el respeto de las garantías, deberes y derechos fundamentales, fortalecer la consolidación de la democracia y la paz, y propender por la difusión de los valores humanos y expresiones culturales de carácter nacional, regional y local. Entre los servicios televisivos tenemos:

Televisión radiodifundida: es aquella en que la señal llega al usuario desde la estación transmisora por medio del espectro electromagnético, propagándose sin guía artificial

Televisión cableada y cerrada: es aquella en la que la señal de televisión llega al usuario a través de un medio físico de distribución, destinado exclusivamente a esta transmisión o compartido para la prestación de otros servicios de telecomunicaciones

Televisión satelital: Es aquella en que la señal de televisión llega al usuario desde un satélite de distribución directa.

3.1.1 PRINCIPIOS

3.1.1.1 Señales de televisión blanco y negro

La señal utilizada para dicho servicio es muy compleja, la información está formada por varios componentes, pero básicamente consiste de dos portadoras separadas; una modulada por audio (onda estándar de FM), y la otra parte de vídeo (onda de AM). El receptor de televisión recibe simultáneamente las dos portadoras, las amplifica y luego las separa para su demodulación.

El audio es transmitido en FM y no en AM, debido a que tiene mayor inmunidad al ruido e interferencia y requiere menor potencia de transmisión, por lo cual es modulada en frecuencia. Mientras que el vídeo se modula en amplitud ya que permite la recepción por caminos múltiples de la señal transmitida.

3.1.1.1.1 División de la imagen

El número de líneas en que se divide la imagen, y la cantidad de elementos de la imagen en cada línea se dan en base de un factor la resolución del ojo humano, tanto en sentido vertical como horizontal.

Tomando como referencia la distancia óptima de visión, el ángulo mínimo de visión y en especial varias comodidades del usuario, se obtiene un número de líneas máximo de 1200. El sistema vigente en nuestro país divide la pantalla en 525 líneas las cuales en la práctica se ha demostrado son suficientes, y benefician a ciertos factores que se verán a continuación.

3.1.1.1.2 Exploración de la imagen

Las variaciones de la portadora de vídeo (AM) en amplitud corresponden a la imagen transmitida, la escena por transmitir se barre línea por línea y cuadro por cuadro de arriba hacia abajo a este método se le conoce como exploración secuencial.

3.1.1.2 Información de la señal de vídeo

En la señal de vídeo la amplitud de la tensión o de la corriente cambia con respecto al tiempo, lo mismo que en la de audio. Pero las variaciones de la señal de vídeo corresponden a la información visual.

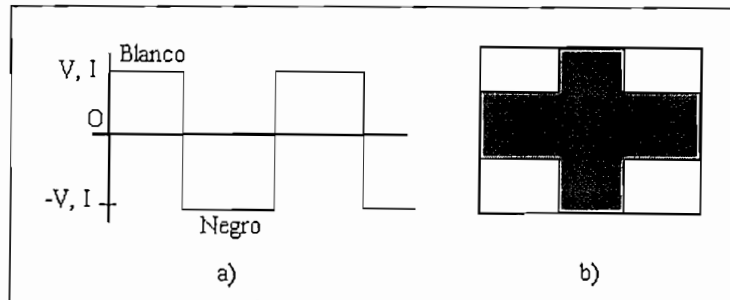


Fig. 3.2 a) Señal de vídeo, b) Imagen en pantalla

Como podemos observar en la figura (3.2), la polaridad positiva de la señal vídeo puede corresponder al blanco y la polaridad negativa al negro, o viceversa dependiendo de la aplicación. La señal vídeo captada por un tubo de cámara el cual convierte la información de imagen en variaciones eléctricas.

La imagen se envía de un lugar a otro, transmitiendo la información de imagen desde la salida del tubo de cámara hasta la entrada del tubo de imagen.

Existen métodos los cuales utilizan directamente la señal vídeo de banda base sin modulación (televisión de circuito cerrado), y otros que si requieren señales de RF modulada (televisión por cable, satélite).

3.1.1.3 Sincronismos

Luego del barrido de la 525ava línea debe haber un lapso para que el haz regrese a su posición inicial. Estos lapsos entre líneas se llaman tiempos de retorno horizontal y vertical, y en los cuales no se transmite información sino pulsos de sincronismo necesarios como para el receptor.

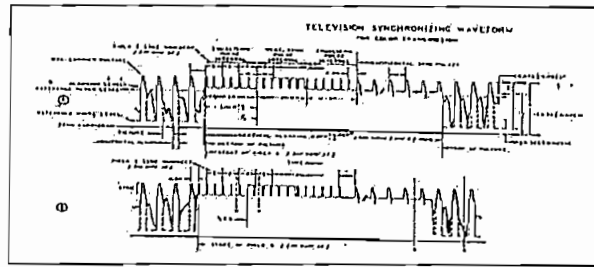


Fig. 3.3 Sincronismos de la señal de vídeo

La supresión del haz electrónico durante los retornos se efectúa por medio de los pulsos de borrado, siendo estos tanto horizontales como verticales estos últimos son los de mayor duración observar la gráfica (3.3), los cuales son de forma rectangular poseen un voltaje alto para suprimir el haz, y no producir luz en la pantalla. Se tiene dos tipos de sincronismo y de borrado tanto horizontal como vertical.

3.1.1.3.1 Sincronizaciones horizontal y vertical

Son impulsos rectangulares; estos ocurren durante el tiempo de borrado cuando no se transmite información de imagen; ésta queda borrada durante retrocede el haz.

Al final de cada línea un impulso de sincronización horizontal indica el inicio del retorno horizontal, cuando el haz electrónico se encuentra en el lado derecho de la imagen.

La sincronización vertical al final de cada campo determina el inicio del retorno vertical, cuando el haz electrónico esta localizado en la parte inferior de la imagen.

3.1.1.3.2 Borrados horizontal y vertical

La tensión de borrado está en el nivel de negro, en el cual se corta la corriente del haz en el tubo de imagen para oscurecer la pantalla. La finalidad de los impulsos de borrado es hacer invisibles las retrasas necesarias en la exploración.

Los impulsos horizontales de 15.750 Hz. borran todas las líneas de retrasa de derecha a izquierda, y los verticales de 60 Hz. borran la retrasa desde la parte inferior hasta la superior de la pantalla en cada campo.

3.1.1.4 Frecuencias de la imagen de televisión

3.1.1.4.1 Frecuencias de cuadro y de campo

La velocidad de repetición de los campos es 60 por segundo, ya que se exploran dos campos en 1/30 s durante un período de cuadro. De esta manera aparecen 60 vistas de la imagen durante un segundo.

Se tiene estándares para la televisión, velocidad de repetición de 60 campos por segundo; una velocidad de cuadro de 30 por segundo. Esto se debe en gran medida a que la distribución de energía de C.A. es normalmente de 60 Hz.

3.1.1.4.2 Frecuencias de exploraciones vertical y horizontal

El ciclo de movimiento vertical del haz electrónico, inicialmente en la parte superior luego en la inferior y volver al inicio, es decir la velocidad de campo es de 60 Hz. (Frecuencia de exploración vertical). En cambio la de ciclo de movimiento horizontal de izquierda a derecha y volver a la izquierda, tiene una frecuencia de 15.750 Hz. Frecuencias a las cuales trabajan los circuitos de deflexión del tubo de cámara y del de imagen.

3.1.1.5 Ancho de Banda para el canal de difusión de televisión

El grupo de frecuencias asignado por la FCC a una estación difusora de televisión para la transmisión de sus señales es lo que se llama un canal. Para el sistema NTSC tiene un ancho de banda de 6 MHz por canal.

Siendo la señal de vídeo en amplitud modulada se utiliza el método de transmisión con banda vestigial con el objeto de reducir el ancho de banda.

En un canal estándar la portadora de audio de FM tiene una frecuencia central que está a 0,25 MHz debajo del extremo superior del canal, el ancho de banda de la portadora de sonido es de 50 KHz, quedando 5,7 MHz para el ancho de banda de la portadora de vídeo.

Por efecto de transmitir con banda vestigial la señal de vídeo, la portadora se encuentra 1,25 MHz arriba del extremo inferior del canal siendo este valor la banda lateral inferior, quedando para la banda lateral superior un ancho de 4 MHz.

3.1.1.6 Cámaras de televisión

Su función principal es la conversión de una imagen óptica en una señal de vídeo, La imagen óptica es enfocada sobre una placa sensible a la luz, llamada de blanco contenida en el tubo de cámara.

3.1.1.6.1 Tubos de cámara

Los dispositivos de captación de la cámara han desarrollado notablemente desde 1932 hasta nuestros días. Entre los primeros en aparecer tenemos: el disector de imagen, el iconoscopio, el explorador de punto móvil.

Según su constitución tenemos:

Vidicón

Es de pequeño tamaño con su cara frontal de 16,9; 25,4 o 30,5 mm; su placa de blanco fotosensible, es de trisulfuro de antimonio, es el más utilizado. Lo constituyen: El haz electrónico, enfocador del haz, deflector del haz, descargador del haz, fotoconductor, Retardador de imagen, corriente oscura.

Plumbicón

Su nombre indica la marca de fábrica de N.V. Philips, su placa de imagen esta compuesta de óxido de plomo; su sensibilidad es mejor para la luz azul que para el rojo.

Saticón

Este nombre es una marca de fábrica de Hitachi Ltd. La placa está constituida por selenio, arsénico y telurio.

Vidicón de silicio

La placa de blanco se utiliza una unión de semiconductor de silicio. Posee una alta sensibilidad para las aplicaciones de iluminación escasa.

Chalnicón

La placa de blanco tiene varias capas de óxido de estaño, seleniuro de cadmio y trisulfuro de arsénico, posee alta sensibilidad.

Newvicón

La capa de blanco está constituida con una capa amorfa de selenio – zinc revestida por trisulfuro de antimonio. Posee alta sensibilidad y una respuesta espectral que se extiende hasta las largas longitudes de onda de la luz correspondiente al infrarrojo.

3.1.1.6.2 Cámaras de CCD

Un CCD es un dispositivo que almacena cargas eléctricas en condensadores MOS dispuestos en una forma regular (Charge coupled device). Se realiza varios procesos como son:

Conversión fotoeléctrica por la cual se generan en la capa fotosensible del MOS cargas eléctricas por efecto de la luz.

Almacenamiento de cargas por la cual la carga eléctrica que se genera se almacena en el pozo de potencial del MOS (mientras mayor es el voltaje aplicado al electrodo del condensador mayor será el pozo), para luego ser leída del dispositivo CCD utilizando un

proceso de transferencia por corrimiento de cargas. Transferencia de cargas esta función la realiza la línea de condensadores MOS, es decir el CCD. Al aplicar diferente potencial a los electrodos de dos condensadores adyacentes, la carga almacenada se mueve al pozo de potencial de mayor profundidad.

3.1.1.7 Tubo de imagen

El tubo de imagen es un tubo de rayos catódicos (TRC) con un cañón electrónico y una pantalla de fósforo dentro de la envolvente de vidrio vaciada de aire. En el cuello del tubo el cañón produce un haz de electrones, los cuales son acelerados hasta la pantalla por la tensión anódica positiva; la cara anterior de la placa frontal esta recubierta por un material luminiscente que produce luz cuando es excitado por los electrones del haz.

Con deflexión magnética se logra que el haz explore toda el área de la imagen, los tubos de imagen se utiliza en los receptores y monitores de televisión. El tubo monocromático tiene un cañón electrónico y un revestimiento de fósforo que emite luz blanca, en cambio en los tubos de imagen en color se tiene tiras verticales de fósforo rojo, verde y azul; existiendo un cañón electrónico por cada color.

3.1.2 CARACTERISTICAS

3.1.2.1 El sistema NTSC

El sistema NTSC (National Television System Committee) está vigente en nuestro país, el cual es conocido como televisión a color. La diferencia entre un sistema de TV en blanco y negro con uno de color es más de complejidad que de principio.

La complejidad del sistema de color es el hecho que debe ser compatible con el sistema blanco y negro, es decir un receptor de blanco y negro debe poder recibir señales a color sin modificar sus circuitos, y viceversa.

La señal de color se parece a la de blanco y negro, teniendo diferencias como: En la señal a color la información son variaciones de amplitud que constituyen una representación

compleja de los colores y la brillantez de la escena.

La señal de color tiene un tipo adicional de pulsos que constituyen la señal de sincronización de color, los cuales se encuentran luego de los pulsos de sincronismo horizontal.

3.1.2.1.1 Colorimetría

Se debe producir tres señales de imagen en color de la escena por transmitir, una de ellas el rojo el cual posee un voltaje variable en amplitud para sus diferentes tonos de rojo, las otras dos son para el verde y el azul, son también conocidos por colores primarios.

Existen tres magnitudes que caracterizan un color estas son:

Tonalidad.- Identifica la posición del color dentro del espectro de luz visible.

Saturación.- Define la pureza de color, es decir el grado de mezcla que éste tiene con luz blanca.

Brillo.- Es la magnitud de energía luminosa que contiene el color.

A partir de las señales básicas de color de vídeo se puede obtener las señales de luminancia la cual produce la brillantez relativa es decir las variaciones en la intensidad de los colores y crominancia la cual produce variaciones de color en la imagen.

3.1.2.1.2 Intercalación y respuesta de frecuencias

Las señales de luminancia y crominancia se incluyen en el canal de vídeo de 4,5 MHz, la de crominancia se la envía con una subportadora que debe intercalar en los espacios vacíos que deja la señal de luminancia. La energía de estas dos señales modula la portadora de vídeo central para ser transmitida.

Las bandas laterales superiores de la subportadora de crominancia son de 4,2 MHz sobre la portadora de vídeo, en la gráfica podemos observar el ancho de banda.

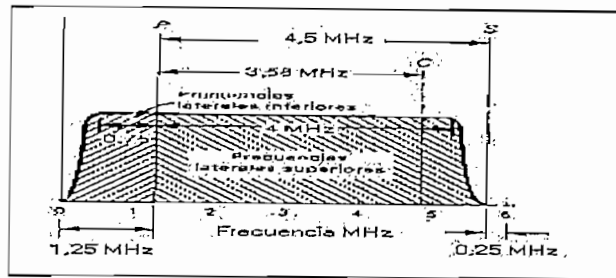


Fig. 3.4 Ancho de banda de la señal de televisión, posición de las portadoras

3.1.3 APLICACIONES DE LA TELEVISION

La técnica de televisión se desarrolló con fin comercial, resultando tan útil la reproducción de imágenes que actualmente se utilizan en muchas más aplicaciones como en la enseñanza, la industria, los negocios y comunicaciones en general. Se puede ver programación de un país extranjero con el servicio de transmisión por satélite o bien guardarlo en una vídeo cinta y luego reproducirla, si bien estos son algunos ejemplos el avance de la tecnología nos brindará mayores aplicaciones en este campo el televisivo.

3.1.3.1 Difusión de televisión radiada

La difusión de televisión comenzó en 1945, el canal 1 fue difundido o radiado en 44 a 50 MHz actualmente utilizado para servicios móviles de radio. El primer televisor popular fue el modelo RCA 630 TS. La difusión de televisión indica enviar dicha señal en todas las direcciones con ayuda de una antena transmisora la cual radia ondas electromagnéticas estas son una señal AM de la imagen y FM de sonido, las cuales son captadas por una antena receptora.

También nos ayudamos de los diferentes mecanismos moduladores, demoduladores, y varios elementos que intervienen en la producción de la imagen, sonido, y su posterior reproducción en un sitio distante a la fuente así completa el ciclo de difusión de la señal de televisión. El radio del área de servicio es aproximadamente 75 millas (121 Km.) en todas las direcciones desde el transmisor.

Las bandas de frecuencia utilizada para la transmisión se conocen como canal de televisión, cada estación de televisión tiene asignado un canal de 6 MHz de ancho de banda con una determinada frecuencia portadora.

3.1.3.2 El estudio de televisión

Con el avance y las necesidades la mayoría de programas son producidos y almacenados en cinta, obligando a ésta a utilizar otras técnicas y materiales y aumentar el tiempo de grabación es decir su capacidad. En la actualidad se tiene estudios de grabación muy amplios para la realización de los programas televisivos, es decir las señales de audio y vídeo; por lo general el estudio se encuentra situado en una zona céntrica de la ciudad, en cambio el transmisor está en un emplazamiento distante, usualmente en una parte alta como son edificios o montañas.

La señal se envía al transmisor desde el estudio por enlace de microondas o por sistema de cable de banda ancha. Con el perfeccionamiento del grabador de videocasete (VCR), se desarrolló el sistema electrónico de reportajes para la recogida y difusión de noticias, el cual incluye una cámara de TV portátil y el VCR. La cinta puede ser enviada al estudio para su posterior reproducción, o transmitir la señal en directo con ayuda de un enlace de microondas un ejemplo de esto es el programa documental o entrevista en algún domicilio particular.

3.1.3.2.1 Edición electrónica

La cinta de vídeo se edita electrónicamente mediante una consola de control se realiza la unión o empalme para la realización de un programa partiendo de varias cintas separadas de videocinta.

3.1.3.2.2 Generador de efectos especiales

Se puede producir efectos visuales cambiando de una fuente a otra con conmutación; se realiza el desvanecimiento hasta el negro para hacer desaparecer la señal, para que luego aparezca otra señal, este método es muy utilizado se lo realiza con los controles de

conmutación de la consola. Existen varios efectos como inserción de imágenes en cualquier parte de la pantalla, manipulación de los colores, superposición de la imagen, etc.

3.1.3.3 Televisión por cable

El sistema de televisión por cable proporciona un sistema de distribución con cable coaxial, siendo éste sistema análogo a un sistema alámbrico de telefonía. Las señales portadoras de radio frecuencia son alimentadas de modo que un sintonizador seleccione el canal deseado.

La televisión por cable es muy popular ya que proporciona más canales que el servicio de televisión abierta, y posee el mismo ancho de 6 MHz para las señales de audio y vídeo. Al no ser radiada esta señal se puede utilizar las frecuencias comprendidas entre los canales 6 y 7 sin intervenir en otros servicios. Estos canales de cable de banda media van desde 88 hasta 176 MHz, para sistemas más grandes se utilizan los canales de cable superbanda por encima del canal 13.

Las pérdidas de RF son elevadas en los cables coaxiales, especialmente los que operan en la superbanda, para lo cual existen en la red de distribución amplificadores de RF. La señal es ordinariamente codificada para que sólo le pueda recibir los abonados de este servicio al cual se le facilita un decodificador.

3.1.3.3.1 Televisión comunitaria

Esta utiliza una pequeña red de distribución por cable para locales tales como: hoteles, moteles, edificios de oficinas, etc. los cuales pueden tener su propia antena para recibir las emisiones por satélite.

3.1.3.4 Televisión de circuito cerrado

Este servicio equivale a poner un “ojo” de televisión en casi cualquier lugar. El sistema elimina al operador humano, se lo utiliza en control de tráfico, bancos, vigilancia de edificios, enseñanza, reuniones de negocios, exploración submarina, etc. Generalmente en

estas aplicaciones se utiliza el vídeo de banda base, para manipulación por control remoto se adaptan lentes especiales con un motor para controlar el enfoque y la abertura del diafragma.

Dentro de este servicio tenemos la televisión exploración lenta para transmitir por líneas telefónicas de banda estrecha imágenes estacionarias o fijas, el sistema de facsímil en el cual se utiliza un explorador o escáner óptico el cual explora mecánicamente una fotografía o un documento y en el receptor hay una impresora. Quizá el mayor uso de la exploración lenta combinada con técnicas digitales sea las transmisiones de imágenes de la sonda espacial Voyager.

3.1.3.5 Centro de vídeo

Este término se refiere al receptor de televisión con la adición de accesorios adecuados, los cuales pueden ser un convertidor de televisión por cable, un grabador de videocasetes, juegos de vídeo, un ordenador, etc.

El conjunto puede proveer a los usuarios manipulación de imágenes para su posterior presentación, como es la de vídeo conferencia, o educación a distancia con los respectivos elementos didácticos.

3.1.3.6 Televisión directa

Dos grupos competidores estiman el mercado latinoamericano del DTH (Televisión directa al hogar), la cual abarcará de 7 a 10 millones de usuarios la próxima década. El servicio ofrece 144 canales de televisión, el servicio requiere que el usuario compre una antena parabólica receptora y un equipo decodificador y pague por el servicio.

La GM Hughes Electronics posee 24 transpondedores banda Ku del consorcio DIRECTV LA de su nuevo satélite Galaxy 3-R. La FCC (Comisión Federal de Comunicaciones), ha asignado la banda de los 2310-2360 MHz al servicio radial de audio digital satelital (DARS).

3.1.4 RECOMENDACION INTERNACIONAL PARA TELEVISION ABIERTA

Los siguientes textos y tablas pronunciadas por la UIT, resumen una recomendación internacional, que es la de mayor importancia; luego enunciaremos las normas emitidas por el Estado Ecuatoriano, respaldadas por los Entes Normativos como la misma UIT, Federal Communications Commission (FCC), EIA/TIA.

Recomendación UIT-R BT.470-4

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT, considerando que numerosos países han establecido servicios satisfactorios de radiodifusión de televisión a base del sistema de 525 líneas o del sistema de 625 líneas, a base de los sistemas NTSC, PAL o SECAM, han emitido algunas normas que se detallan en las tablas 3.1 y 3.2.

Tabla 3.1 Sistema NTSC, exceptuando Argentina y Brasil

SISTEMA PRINCIPAL DE TELEVISION	
	América del Norte y del Sur
Líneas por cuadro	525
Cuadros por segundo	30
Frecuencia de campo Hz	60
Frecuencia de línea, Hz	15.750
Ancho de Banda vídeo, MHz	4,2
Ancho de canal, MHz	6
Modulación vídeo	Negativa
Señal de sonido	FM
Sistema de color	NTSC
Subportadora de color, MHz	3,58

Tabla 3.2 Bandas de difusión para televisión

CANALES DE TELEVISION		
NUMERO DE CANAL	BANDA DE FRECUENCIA, MHz	DESCRIPCION CANALES
1	No utilizado	
2	54-60	Banda baja Canales VHF
3	60-66	
4	66-72	
5	76-82	
6	82-88	
	88-108	Banda de FM

Continuación

CANALES DE TELEVISION		
NUMERO DE CANAL	BANDA DE FRECUENCIA, MHz	DESCRIPCION CANALES
7	174-180	Banda alta Canales VHF
8	180-186	
9	186-192	
10	192-198	
11	198-204	
12	204-210	
13	210-216	
14-83	470-890	Canales UHF

3.1.5 Norma técnica y plan de distribución de canales para el servicio de radiodifusión de televisión en el Ecuador

1. Objetivo

Establecer las bandas de frecuencias, la canalización y las condiciones técnicas para la distribución y asignación de canales y para la operación de estaciones en el servicio de radiodifusión de televisión en el territorio ecuatoriano.

2. Bandas de frecuencias

Para el servicio de radiodifusión de televisión se establece las siguientes bandas de frecuencias:

a) Televisión VHF

Banda I : de 54 a 72 MHz y de 76 a 88 MHz

Banda III : de 174 a 216 MHz

b) Televisión UHF

Banda IV : de 512 a 608 MHz y de 614 a 644 MHz

Banda V : de 644 a 686 MHz

3. Canalización de las bandas

Las bandas de frecuencias se dividen en 40 canales de 6 MHz de anchura de banda cada uno, como se indica en la tabla 3.3. La banda 608-614 MHz está atribuida a título primario al servicio de RADIOASTRONOMIA.

4. Distancia mínima entre estaciones

Las distancias mínimas referenciales entre estaciones transmisoras para una potencia radiada aparente de 20 Kw, se indican en la tabla 3.4.

Tabla 3.3 Canalización de las bandas de frecuencia

RANGO DE FRECUENCIAS	BANDA	CANAL		PORTA DORAS	
		#	MHz	Video	Sonido
MHz				MHz	MHz
VHF 54-72	I	2	(54-60)	55.25	59.75
		3	(60-66)	61.25	65.75
		4	(66-72)	67.25	71.25
VHF 76-88	II	5	(76-82)	77.25	81.75
		6	(82-88)	83.25	87.75
VHF 174-216	III	7	(174-180)	175.25	179.75
		8	(180-186)	181.25	185.75
		9	(186-192)	187.25	191.75
		10	(192-198)	193.25	197.75
		11	(198-204)	199.25	203.75
		12	(204-210)	205.25	209.75
UHF 512-608	IV	13	(210-216)	211.25	215.75
		21	(512-518)	513.25	517.75
		22	(518-524)	519.25	523.75
		23	(524-530)	525.25	529.75
		24	(530-536)	531.25	535.75
		25	(536-542)	537.25	541.75
		26	(542-548)	543.25	547.75
		27	(548-554)	549.25	553.75
		28	(554-560)	555.25	559.75
		29	(560-566)	561.25	565.75
		30	(566-572)	567.25	571.75
		31	(572-578)	573.25	577.75
		32	(578-584)	579.25	583.75
33	(584-590)	585.25	589.75		
34	(590-596)	591.25	595.75		
35	(596-602)	597.25	601.75		
36	(602-608)	603.25	607.75		
UHF 614-644	IV	38	(614-620)	615.25	619.75
		39	(620-626)	621.25	625.75
		40	(626-632)	627.25	631.75
		41	(632-638)	633.25	637.75
		42	(638-644)	639.25	643.75
UHF 644-686	V	43	(644-650)	645.25	649.75
		44	(650-656)	651.25	655.75
		45	(656-662)	657.25	661.75
		46	(662-668)	663.25	667.75
		47	(668-674)	669.25	673.75
		48	(674-680)	675.25	679.75
		49	(680-686)	681.25	685.75

Tabla 3.4 Distancias mínimas referenciales entre estaciones

REGION GEOGRAFICA	DISTANCIA MINIMA ENTRE ESTACIONES			
	PARA CANAL ADYACENTE		PARA COCANAL	
	VHF	UHF	VHF	UHF
INSULAR	90 Km.	80 Km.	220 Km.	160 Km.
COSTA	80 Km.	70 Km.	200 Km.	140 Km.
SIERRA	70 Km.	60 Km.	180 Km.	120 Km.
AMAZONIA	60 Km.	50 Km.	160 Km.	100 Km.

Por aspectos orográficos se podrá autorizar distancias menores entre estaciones transmisoras, siempre que en el estudio de ingeniería se demuestre que no se interferirá a las demás estaciones y que en las concesiones se establezcan las restricciones respectivas con relación a la potencia, acimut de radiación máxima, ángulo de elevación y otros aspectos técnicos.

5 Distribución de canales

5.1 Distribución de canales para televisión VHF

La distribución de canales de televisión en las bandas I y III, será la que se establezca en el plan de reordenamiento de canales de televisión VHF y que será parte de esta Norma y Plan. En el plan de reordenamiento, para la distribución de canales deberá considerarse la asignación actual de los mismos.

Por aspectos topográficos, cobertura de señal, presencia de zonas de sombra y otros aspectos técnicos que demuestren con un estudio de ingeniería que no se producirán interferencias, la asignación de canales podrá realizarse a canal seguido en una misma zona de servicio previa aprobación del Superintendente de Telecomunicaciones.

Para este caso, con el objeto de que no se produzcan interferencias en los canales adyacentes y en otras estaciones radioeléctricas, se establecerán condiciones técnicas que constarán en el contrato de concesión, con respecto a la potencia radiada, el diagrama de radiación de las antenas, se exigirá la atenuación de señales no deseadas mediante la instalación de filtros y más dispositivos, sea en la estación del canal asignado como en las

estaciones de los canales adyacentes, para lo cual deberá previamente obtenerse la autorización de sus concesionarios.

Previa a la operación de una estación de televisión, deberá realizarse pruebas y mediciones sobre el funcionamiento de la estación, con el objeto de establecer su normal funcionamiento, el cumplimiento de las condiciones establecidas en el contrato de concesión y la no existencia de interferencias a otros canales y estaciones radioeléctricas.

En caso de producirse interferencias, el concesionario de la estación interferente, con el objeto de eliminar dichas interferencias deberá, a su costo, realizar los ajustes e instalaciones necesarias en su estación como también en las estaciones interferidas con previa autorización de sus concesionarios, sin perjuicio de que el Superintendente de Telecomunicaciones frente a los reclamos de las interferencias producidas, pueda dar por terminado el contrato de concesión o disponer el cambio de ubicación de la estación interferente.

5.2 Distribución de canales para televisión UHF

a) *Grupos de Canales*

Se establecen los siguientes grupos de canales:

Grupo 1 (G1) Canal	Grupo 2 (G2) Canal	Grupo 1.1 (G1.1) Canal	Grupo 1.2 (G1.2) Canal	Grupo 2.1 (G2.1) Canal	Grupo 2.2 (G2.2) Canal
21	22	21	23	22	24
23	24	25	27	26	28
25	26	29	31	30	32
27	28	33	35	34	36
29	30	39	43	41	45
31	32	47		49	
33	34				
35	36				
36	38				
40	40				
42	42				
44	44				
46	46				
48	48				

b) *Áreas de Operación*

Para la distribución y asignación de canales, se establecen en el territorio ecuatoriano las áreas de operación que constan en el mapa anexo “Distribución de Canales de Televisión UHF” que es parte de esta norma y Plan, y que determina la siguiente distribución de canales para el caso de las capitales de provincia:

CAPITAL DE PROVINCIA	GRUPO
Esmeraldas	G2.1
Portoviejo	G2.1
Babahoyo	G1.1
Guayaquil	G2
Machala	G1.2
Tulcán	G2.2
Ibarra	G2.2
Quito	G1
Latacunga	G2.2
Ambato	G2.1
Riobamba	G1.1
Guaranda	G1.2
Azogues	G2.2
Cuenca	G2.1
Loja	G2.1
Nueva Loja	G1.1
Tena	G2.2
Puyo	G1.1
Macas	G1.2
Zamora	G1.1
Pto. Baquerizo Moreno	G1.1

6 Características Técnicas

6.1 Sistema de transmisión

Para el servicio en blanco y negro o en color se establece el sistema M/NTSC de 525 líneas, con la característica que establece la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

6.2 Intensidad de campo mínima a proteger

Los valores de intensidad de campo a un nivel de 10 metros sobre el nivel del suelo y que serán protegidos en los bordes de las áreas rurales, urbana e industrial, son los siguientes:

Tabla 3.5 Valores de intensidad de campo a proteger

BANDA	AREA RURAL	AREA URBANA	AREA INDUSTRIAL
I	47 dBuV/m	68 dBuV/m	74 dBuV/m
III	56 dBuV/m	71 dBuV/m	77 dBuV/m
IV	64 dBuV/m	74 dBuV/m	80 dBuV/m
V	64 dBuV/m	74 dBuV/m	80 dBuV/m

6.3 Relaciones de protección señal deseada señal no deseada

Las relaciones de protección en las bandas I, III, IV, y V se refieren en todos los casos a la señal de entrada al receptor.

Los valores que se han de considerar, son el valor eficaz de la portadora de la señal de televisión en la cresta de la envolvente de modulación y el valor eficaz de la onda portadora del sonido no modulada, lo mismo en el caso de modulación de frecuencia que en el de modulación de amplitud.

a) Relación de protección para la señal de imagen

a.1) Interferencia cocanal

Separación entre Portadoras	Relación señal deseada/ señal interferente
* Inferior a 1000 Hz	45 dB
* 1/3, 2/3, 4/3 ó 5/3 de la frecuencia de línea	28 dB

a.2) Interferencia de canales adyacentes:

Interferencia	Relación señal deseada/ Señal interferente
- Del canal inferior	- 6 dB
- Del canal superior	-12 dB

b) Relación de protección para señal de sonido:

Relación señal deseada / señal interferente: 28 dB

c) Interferencia del canal imagen

Los valores de atenuación del canal de imagen en el receptor son de 60 dB para ondas métricas (VHF) y 45 dB para ondas decimétricas (UHF).

6.4 Potencia radiada

La potencia radiada aparente máxima de una estación de televisión VHF y UHF será de 20 kilovatios.

La altura máxima de la antena será de 600 metros con relación al nivel promedio de terreno circundante entre 3 y 15 kilómetros.

En casos especiales de orografía se puede autorizar potencias y alturas menores, siempre y cuando el solicitante demuestre con el estudio de ingeniería, que no se van a producir interferencias a los sistemas de televisión de otras zonas de servicio y a otros sistemas de comunicaciones.

6.4 Características básicas del sistema de transmisión

1. Anchura de banda nominal del canal radioeléctrico	6 MHz
2. Separación de la portadora de sonido con relación a la imagen	4.5 MHz
3. Extremo más próximo del canal referido la portadora de vídeo	-1.25 MHz
4. Anchura nominal de la banda lateral principal	4.2 MHz
5. Anchura nominal de la banda lateral parcialmente suprimida	0.75 MHz

6. Tipo y polaridad de modulación de la imagen	C3F neg.
7. Nivel de sincronismo (% de cresta de la portadora).	100 %
8. Nivel de supresión (% de cresta de la portadora).	72.5% a 77.5%
9. Diferencia entre el nivel de negro y el nivel de supresión (% de cresta de la portadora).	2.88% a 6.75%
10. Nivel máximo de blanco (% de cresta de la portadora).	10 a 15%
11. Tipo de modulación del sonido	F 3 E
12. Excursión de frecuencia	+ - 25 KHz
13. Preacentuación para modulación	75 uS
14. Relación entre las potencias radiadas aparentes imagen/sonido	10/1 a 5/1
15. Frecuencia de trama	60 tramas/s
16. Frecuencia de línea	15625 Hz
17. Anchura de la banda nominal de vídeo	4.2 MHz
18. Impulso de sincronismo	4.19 – 5.71 uS
19. Intervalo entre los impulsos de sincronismo de trama	11.4 a 7.4 uS
20. Coordenadas de cromaticidad admitidas para colores primarios del receptor	

Rojo : $X = 0,67$ $Y = 0,33$

Verde : $X = 0,21$ $Y = 0,71$

Azul : $X = 0,14$ $Y = 0,08$

El blanco de referencia estará normalizado como sigue:

Blanco C : $X = 0,310$ $Y = 0,316$

6.6 Tolerancia de frecuencias

Las tolerancias de las frecuencias de operación, con respecto a las frecuencias portadoras asignadas, estarán de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT, y se mantendrán dentro de los siguientes límites:

- 1) \pm 500 Hz para estaciones con 100 vatios o menos de potencia de cresta de la envolvente de imagen;
- 2) \pm 1000 Hz para estaciones con más de 100 vatios;
- 3) \pm 2000 Hz para estaciones cuya señal de entrada procede de otras estaciones de televisión o que presten servicio a pequeñas comunidades aisladas.

6.7 Ubicación de las antenas transmisoras

Los sitios para la ubicación de las antenas transmisoras deberán estar alejados de aeropuertos, radiofaros y sistemas de radiocomunicaciones de socorro y seguridad de la vida.

Deberán disponer de camino de acceso, y energía eléctrica. Deberán cumplir además con las regulaciones de la Dirección de Aviación Civil en lo referente a luces de señalización en las áreas que están bajo las líneas de vuelo y aproximación a aeropuertos.

6.8 Protecciones contra interferencias

La Superintendencia de Telecomunicaciones podrá exigir después de la concesión, patrones especiales de radiación, filtros adecuados cambios de frecuencia, a fin de proteger contra interferencias a los sistemas de radiocomunicaciones.

6.9 Otras características técnicas

Las características técnicas que no se establecen en la presente Norma, se sujetarán a lo que al respecto establece la UIT.

7. Asignación de canales para el estado

Los canales de televisión para el Estado en las bandas de VHF y UHF, se establecerán en el Plan de reordenamiento de canales de televisión de VHF y en el plan de reordenamiento de la banda de 470 a 512 MHz respectivamente, en los cuales tendrán el carácter de preferentes y prioritarios.

Sin embargo se reserva para el Estado el canal 43 de los grupos “G1” y “G2” de la banda V de Televisión UHF, para las ciudades de Quito y Guayaquil y un canal de cada uno de los demás grupos, para cubrir las otras regiones del país de acuerdo con la disponibilidad de canales.

8. Asignación de canales de televisión en las zonas fronterizas

La asignación de canales de televisión en las zonas fronterizas se regirá por el presente documento por los convenios bilaterales suscritos por el Ecuador sobre esta materia.

9. Enlaces

Los enlaces que se requieran para el servicio de radiodifusión de televisión, se asignarán en las bandas de frecuencias atribuidas al servicio fijo. Los canales del servicio de radiodifusión de televisión no podrán ser utilizados para enlaces de este servicio.

CAPITULO 4

CAPITULO IV

DISEÑO DE LA MATRIZ DE TELEVISION

4.1 ESTUDIO DE LOS SITIOS DE REPETICION

Para lograr que la señal irradie con una alta confiabilidad y con buenos parámetros de desempeño es necesario enlazar los estudios con los transmisores; una de las maneras es vía microondas para las rutas de los enlaces se ha considerado los sitios en los cuales el canal dispone de infraestructura de casetas y torres además de tener la primera zona de Fresnel sin obstrucción. Los Entes reguladores de Telecomunicaciones y Radiodifusión, han venido normando el uso de frecuencias en todo el territorio nacional, obligando a las compañías televisivas, a llegar a las principales ciudades con dichas vías.

En éste capítulo se desarrollara dos alternativas para llegar con la señal de televisión al sector de la Carolina, una es por medio de enlaces de microondas y la otra es por medio de un repetidor activo, ubicado en un punto estratégico.

4.1.1 Rutas de enlaces y estaciones terminales de servicio televisivo existentes en las provincias de Carchi e Imbabura

Se han tomado en cuenta las principales difusoras televisivas del país como son: TELEAMAZONAS, TELECENTRO, TELESISTEMA, GAMAVISION, ECUAVISA, las cuales prestan servicio en dichas provincias; además debemos indicar que existen otras difusoras prestando servicio en el sector, pero con una potencia y cobertura limitada.

En el Anexo 2 indicamos las características técnicas (ubicación, rutas de enlaces, equipos, cobertura, etc.), de las difusoras televisivas anteriormente citadas con sus respectivas áreas de cobertura.

4.1.2 Selección de la señal a ser retransmitida

Circundante a la Carolina existen varias repetidoras de televisión, frecuencias que pueden ser trasladadas al sector por diferentes medios. El presente estudio va dirigido a la factibilidad de llegar con un canal de televisión al sector, cabe indicar que para incrementar la señal de otras teledifusoras, será necesario incrementar equipos tanto de traslado como de radiación por cada canal que se quiera difundir; por la cual elegiremos un rango de *frecuencia* para su traslado, éste deberá tener las mejores características para dicho tratamiento.

Con los datos analizados como: Sondeo del sector y sus alrededores, mapas de cobertura (Anexo 2), información técnica de las diferentes estaciones proporcionados por la Superintendencia de Telecomunicaciones, valores de intensidad de campo eléctrico, potencias de transmisión de las estaciones, infraestructuras, lóbulos de radiación normal y con efecto de difracción. Se ha seleccionado la señal con mejores características para el traslado de su frecuencia hacia el sector; ésta es la difundida por TELEAMAZONAS.

El canal televisivo de mejor característica para ser retransmitido, involucra llegar a un acuerdo tanto económico como logístico para trasladar su frecuencia hacia el sector en estudio; La televisora debe conocer que al ingresar al sector su señal ésta cubre una gran población y con ello mayor consumo de los productos que publicita, con lo que asegura mayor ingreso económico tanto a sus anunciantes como a la televisora.

4.2 DOCUMENTACION TECNICA DE LAS INSTALACIONES PARA LA RETRANSMISION DE LA SEÑAL TELEVISIVA AL SECTOR DE LA CAROLINA

Analizaremos dos factibilidades técnicamente realizables la primera por medio de enlaces de microondas; y la otra por medio de un repetidor activo el cual actuará como un espejo de la señal televisiva (ubicado en un lugar estratégico), siendo este último de menor calidad.

4.2.1 PRIMERA FACTIBILIDAD (Enlaces de microondas)

4.2.1.1 Descripción del proyecto

Un enlace directo resulta imposible por su Orografía no tendríamos una adecuada confiabilidad; por lo cual un salto de microondas es necesario ver gráfica 4.1, el punto de mejor característica para la partida de la señal se ubica en el cantón Pimampiro, en el cual existe una repetidora canal 8 (180-186 MHz).

El estudio de campo (reconocimiento visual del área), y con ayuda de software (ICS Telecom-IRIS), se localizó el mejor salto el cual se encuentra ubicado en el caserío Tababuela en el que tenemos los elementos necesarios para establecer una repetidora como son: factibilidad de acceso, servicio telefónico, electrificación, agua potabilizada, condiciones de tiempo favorables para la propagación, baja velocidad del viento, temperaturas ideales para los equipos, interferencia nula por parte de otros enlaces.

Tabla 4.1 Estaciones transmisoras (existentes y propuestas)

Estación	Posición Geográfica/altura	Población
Cerro Pichincha	78°30' 58" / 0° 10' 8" / 3700m	Pichincha
Cerro Blanco	78° 20' 08" / 0° 12' 47" / 3450m	Eugenio Espejo
Loma La Cabra	78° 57' 51" / 0° 28' 23" / 2500m	Pimampiro
Tababuela	78° 05' 42" / 0° 29' 25" / 1800m	Tababuela
La Belleza	78° 13' 40" / 0° 45' 54" / 2200m	La Carolina

Con el sitio ubicado realizamos los perfiles topográficos, luego se procederá a calcular los datos básicos como: potencia de transmisión, ganancia de antenas, frecuencias, tanto para los enlaces de microondas como para el sistema radiante, valores que nos darán la pauta para la elección de los equipos. A continuación tenemos los enlaces y perfiles topográficos.

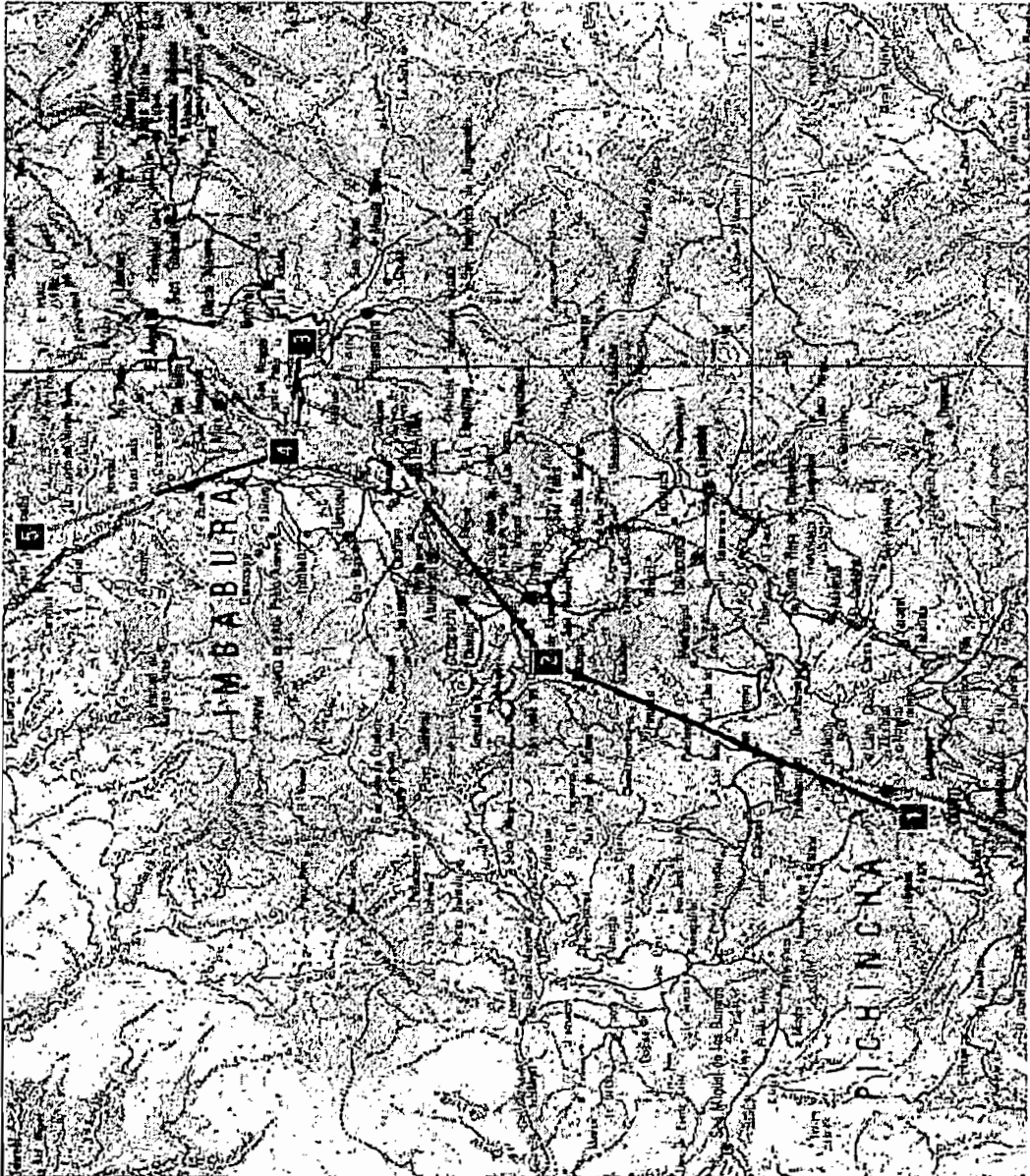


Fig. 4.1 Enlaces de microondas (Estaciones de TELEAMAZONAS), 1-2 existente (frecuencia 2 GHz)
 2-3 Difusión canal 13 (210-216 MHz), traslado de frecuencia canal 8 Pimampiro (180-186 MHz)
 3-4 La Cabra - Tababuela, y 4-5 Tababuela - La Belleza propuestos (frecuencia 7 GHz)

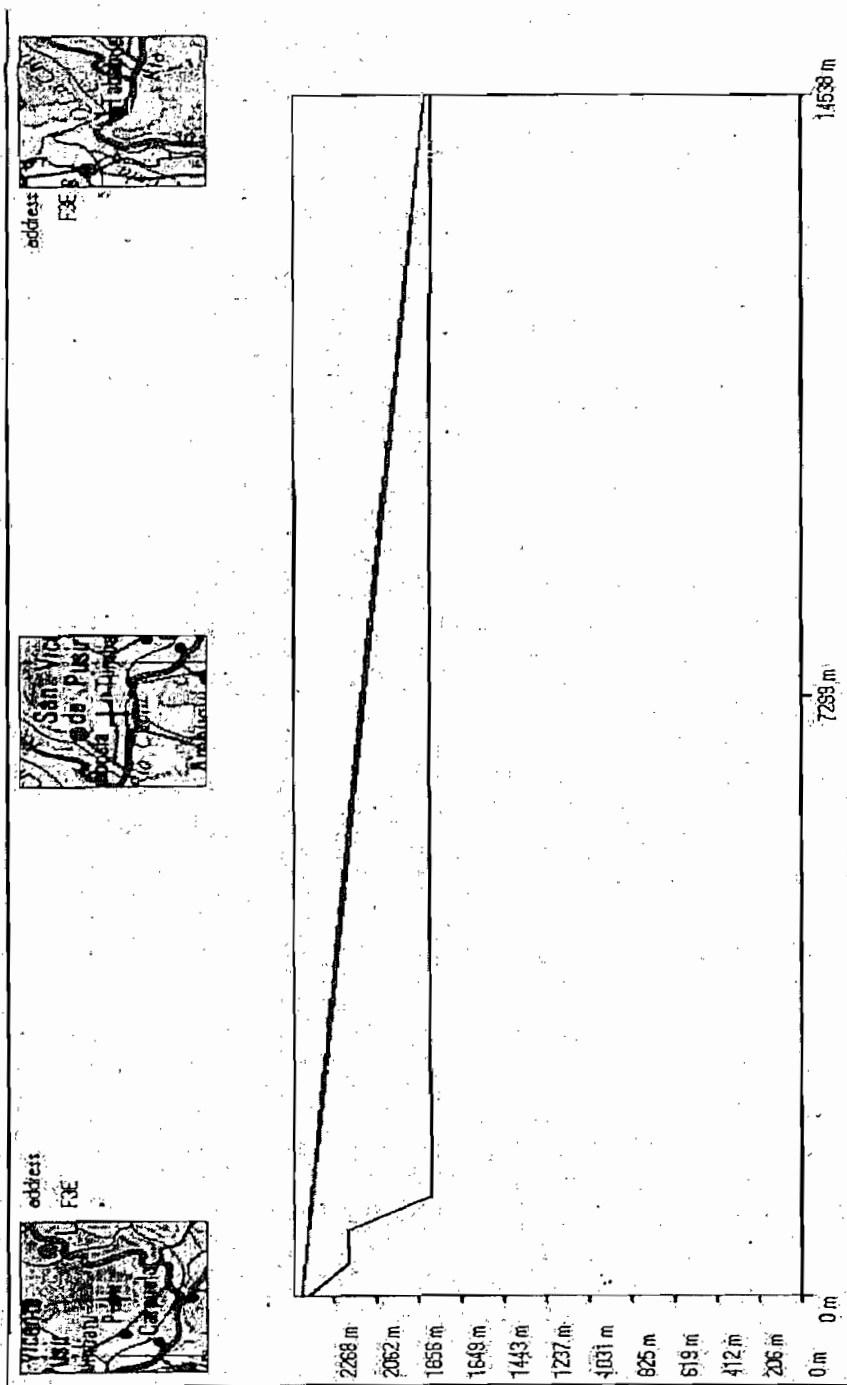


Fig. 4. 2 Perfil Topográfico (Loma la Cabra 2500m de altura – Tababuela 1800m de altura)
 Distancia del enlace 14.538 Km. Primera zona de Fresnel sin obstrucción

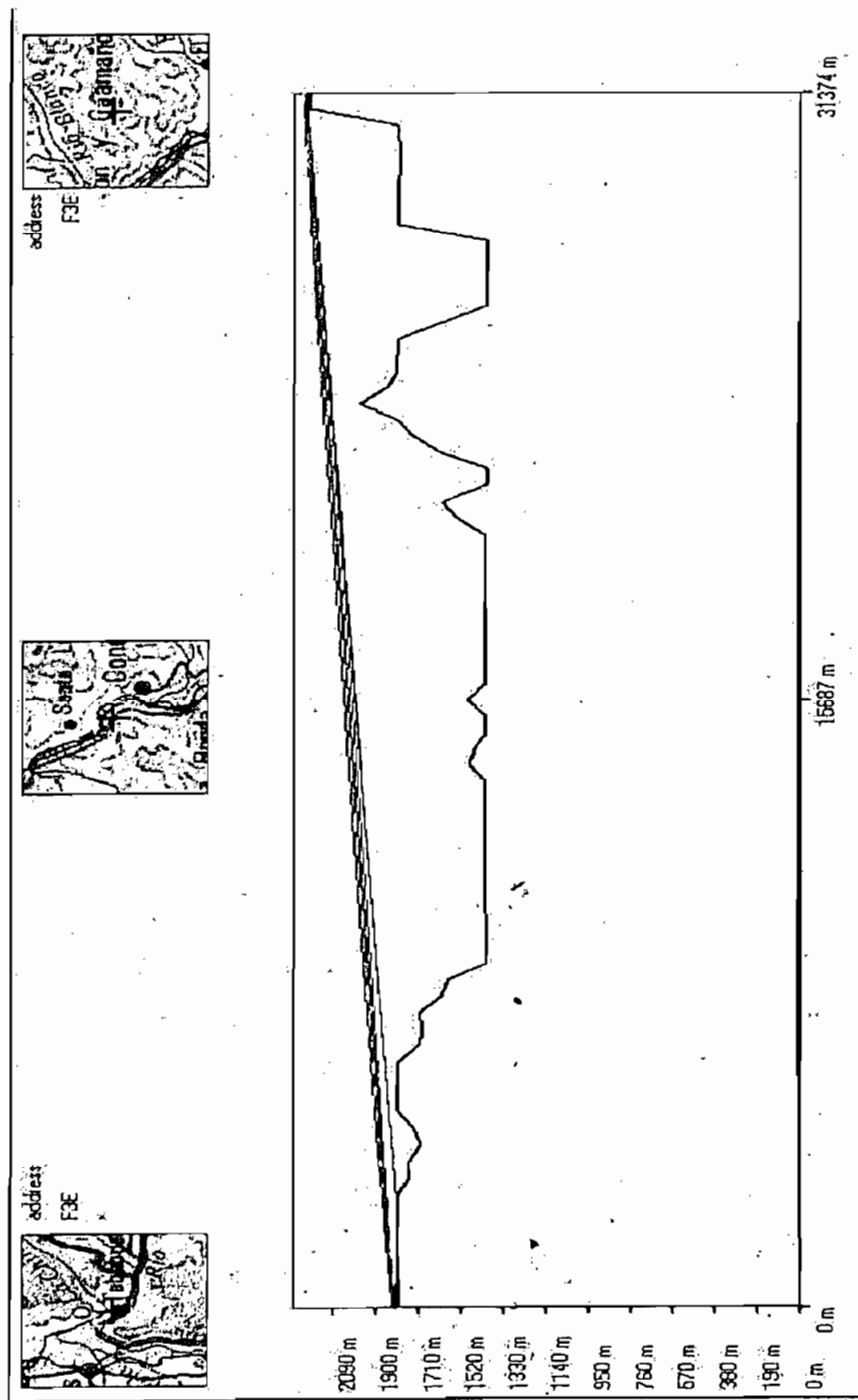


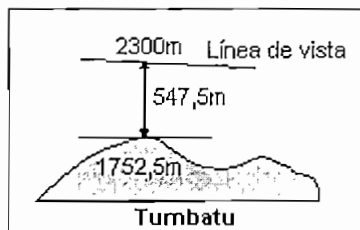
Fig. 4.3 Perfil Topográfico (Tababela 1800m de altura – La Belleza 2200m de altura)
 Distancia del enlace 31.374 Km. Primera zona de Fresnel sin obstrucción

Para la frecuencia de los enlaces tomamos como referencia los 7GHz, ya que están normadas por la CCIR dentro de los enlaces de servicio televisivo tenemos 2, 7, 8, 10, 20 GHz; No se ha tomado 2GHz ya que este rango está manejado por la mayor parte de enlaces dentro del país como podemos ver en el Anexo2 (datos técnicos de las televisoras).

Proseguimos con el cálculo de la primera zona de Fresnel en los puntos de mayor altura del trayecto (altura prominente del terreno), ya que en éste radio existe la mayor cantidad de energía propagándose.

Enlace La Cabra – Tababuela:

Mayor altura en el trayecto: Tumbatu (1752,5m de altura) a 4 Km. de la loma La Cabra.



Con la ecuación 2.12 tenemos:

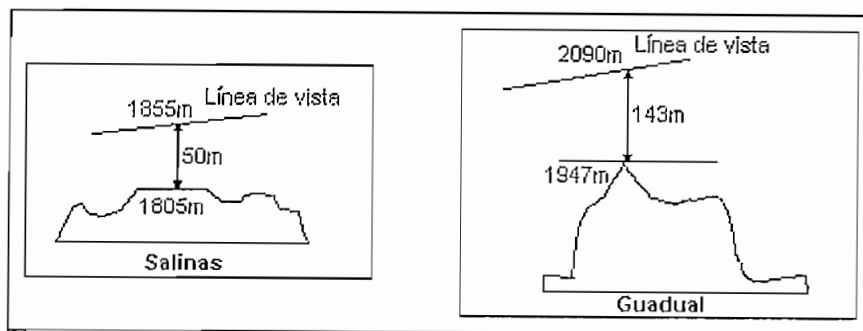
$$RF1 = 17.3 \sqrt{\frac{d1 \times d2}{(d1 + d2)f}} \text{ [m]}^2$$

$$RF1 = 17.3 \sqrt{\frac{4000 \times 10538}{(4000 + 10538)7000}} \text{ [m]}$$

$$RF1 = 11.13\text{m}$$

Con el radio de la primera zona de Fresnel de 11.13m, y la diferencia entre la cumbre y la línea de vista (547,5m). No existe obstrucción.

Salinas (1805m de altura) a 5 Km de Tababuela.



$$RF1 = 17.3 \sqrt{\frac{5000 \times 26374}{(5000 + 26374)7000}} \text{ [m]}$$

$$RF1 = 13.40\text{m}$$

Guadual (1947m de altura) a 23.530,5 Km de Tababuela

$$RF1 = 17.3 \sqrt{\frac{23530,5 \times 7843,5}{(23530,5 + 7843,5)7000}} \text{ [m]}$$

$$RF1 = 15.86\text{m}$$

El radio de la primera zona de Fresnel para los dos casos es de bajo valor respecto a la diferencia entre las cumbres y la línea de vista, es decir no existe obstrucción como lo indican los perfiles topográficos en las gráficas 4.2 y 4.3.

Con la señal se sugiere instalar una estación transmisora y un sistema radiante para cubrir los diferentes sectores poblados. En muchos de los sitios la televisora dispone de infraestructura de casetas, torres y equipos de transmisión de televisión, con frecuencias de canal para difundir al aire la señal.

Pérdidas en el espacio libre La Cabra – Tababuella (teórico)

De la relación (2.7): $\alpha E_o = 32.45 + 20\log f + 20\log d$

$$\alpha E_o = 32.45 + 20\log(7000) + 20\log(14.538)$$

$$\alpha E_o = 132.602 \text{ dBw}$$

Pérdidas en el espacio libre Tababuella – La Belleza (teórico)

$$\alpha E_o = 32.45 + 20\log(7000) + 20\log(31.374)$$

$$\alpha E_o = 139.28 \text{ dBw}$$

Pérdidas en los cables de transmisión

Tenemos una longitud del cable de 22m (perdidas del cable G.O. EW63 por cada metro 0.022 dB), por lo cual tenemos: 0.48 dB de pérdidas en cada sistema de transmisión (cada/estación).

Pérdidas en los Branching's y en el Randonde de la Antena

Los fabricantes nos dan los respectivos valores (manuales del equipo).

4.2.1.2 Elección de los equipos de microondas para el enlace

4.2.1.2.1 Datos Técnicos de los enlaces de microondas

A continuación daremos parámetros de los enlaces, y de las estaciones propuestas; en Pimampiro existe infraestructura de la televisora para la partida del enlace.

Tabla 4.2 Parámetros de alturas, y ángulos máxima radiación para los enlaces de microondas

Parámetro/Enlace	La Cabra - Tababuella	Tababuella - La Belleza
Altura de terreno (mts)	2800	1800
Altura de antenas (mts)	2824	1824
Tilt de antena (°)	2.41	-2.41
Acimut del Haz (°)	277.91	97.91
Distancia del enlace (Km)	14.538	31.374

El acimut de máxima radiación se pueden observar en la figura 4.4, estos se han manejado de acuerdo a la localización de las estaciones, y la altura a la que se encuentran las parábolas de transmisión y recepción.

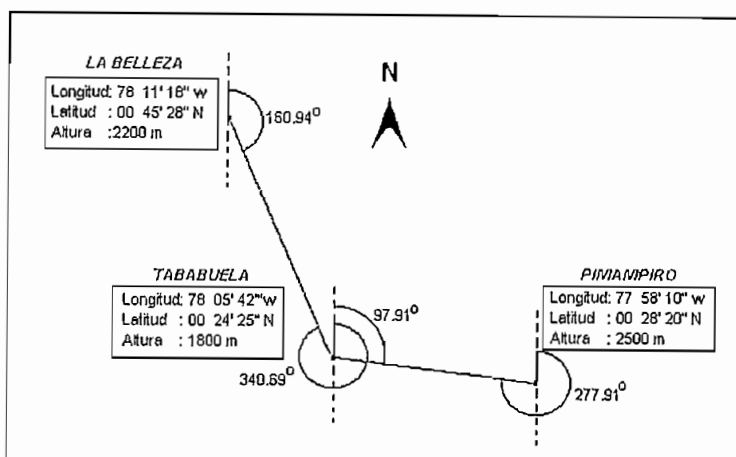


Fig. 4.4 Ruta de los enlaces y acimut de máxima radiación

4.2.1.2.2 Cálculos básicos de diseño para la elección de los equipos

Antenas de microondas

De la ecuación (2.16) obtenemos la ganancia de una antena parabólica en dB:

$$G = 20 \log f \text{ (MHz)} + 20 \log D \text{ (m)} - 42.2$$

Donde:

F = frecuencia de trabajo.

D = Diámetro de la parábola.

(Para antenas de eficiencia 100% se debe agregar 2.66 dB al valor calculado)

Para un diámetro de 4 pies

$$G_{ant} = 20 \log (7000) + 20 \log (1.2) - 42.2$$

$$G_{ant} = 36,28 \text{ dB}$$

Para un diámetro de 6 pies

$$G_{ant} = 20 \log 7000 + 20 \log (1.8) - 42.2$$

$$G_{ant} = 39,807 \text{ dB}$$

En microondas se recomienda para la parabólica tener una relación F/A entre 40 a 50 dB, para una distancia aproximada de enlace de 40 Km. Pero al tener distancias diferentes tomaremos este parámetro como referencia ya que los proveedores tienen estándares de sus equipos.

Para el primer enlace escogemos una antena (MICROWAVE ANTENNA RSI), de 4 pies de diámetro, con una relación F/A de 50 dB, en cambio para el segundo enlace tomamos una antena del mismo fabricante de 6 pies de diámetro con una relación F/A de 52 dB, ya que el enlace es de mayor distancia y con ello aumentamos la ganancia; las antenas deben ser muy directivas. En la Tabla 4.3 se detallan las características técnicas de las antenas.

Tabla 4.3 Características técnicas de las parabólicas

Parámetro/Enlace	Pusir - Tababuela		Tababuela - La Belleza	
Banda de frecuencia	7.125 - 7.750 Ghz		7.125 - 7.750 Ghz	
Diámetro de la antena (ft)	4	4	6	6
Ganancia (dB)	37.8	37.8	40.8	40.8
Ancho del lóbulo principal Entre puntos de -3dB	2.2°	2.2°	1.5°	1.5°
Acimut de máxima Radiación (Grados)	277.91	97.91	340.64	160.94
Relación F/B (dB)	50	50	52	52
Atenuación por polarización Cruzada (dB)	30	30	32	32

Las antenas propuestas son de fabricación RSI, los equipos transmisores a utilizarse es de fabricación Itelco de la serie MTRX.

Mayor información técnica sobre las antenas y equipos de microondas se encuentra en el Anexo 3.

Las parabólicas estándares RSI serie P-75A, trabajan dentro de la banda de 7.125 – 7.750 GHz, obtenemos una alta confiabilidad y también evitamos la reflexión.

Potencia de transmisión (equipos de microondas)

Se ha tomado como referencia lo siguiente:

- La frecuencia de trabajo, como anteriormente se analizó es de 7 GHz.
- Asumimos una confiabilidad del 9.99%, es decir 53 minutos de tiempo fuera al año.
- Con la distancia, frecuencia, confiabilidad, calculamos el margen de desvanecimiento.

Enlace La Cabra – Tababuela

De la ecuación (2.13) calculamos la probabilidad de desvanecimiento.

$$U = 99.99 - 100/100$$

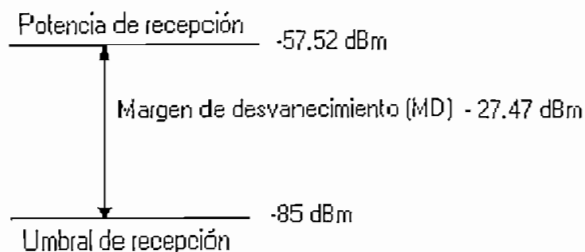
$$U = 1 * 10E-4$$

Luego en la ecuación (2.11), calculamos el margen de desvanecimiento.

$$MD = -\log \left[\frac{1 * 10^{-4}}{2.6 \times 10^{-6} * 7 * (14.538)^3} \right] * 10$$

$$MD = 27.47 \text{ dBm}$$

Con el margen de desvanecimiento y el umbral de recepción que lo tomamos del manual del equipo de microondas que se utilizará en recepción (Itelco serie MTRX, $U_{rx} = -85 \text{ dBm}$); calculamos la potencia en el punto de recepción ($|U_{rx}| - |MD|$).



De la ecuación (2.9) calculamos el valor de la potencia de transmisión necesaria para sistema con una confiabilidad del 99.99%.

$$P_{tx} = P_{inRx} + \alpha_{ltx} - G_{tx} + \alpha_s + \alpha_{Eo} - G_{rx} + \alpha_{lrx}$$

$$P_{tx} = -57.514 + (0.48 - 36.28 + 0 + 132.602 - 36.28 + 0.48) + 30 \text{ [dBm]}$$

$$P_{tx} = 33.488 \text{ dBm}$$

Enlace Tababuela – La Belleza

Realizamos el mismo procedimiento que el enlace anterior, con lo que obtenemos:

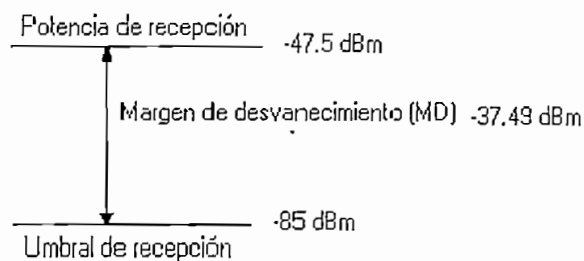
La probabilidad de desvanecimiento

$$U = 1 \cdot 10^{-4}$$

Margen de desvanecimiento

$$MD = 37.49 \text{ dBm}$$

Para este enlace se utilizará el mismo equipo que el enlace La Cabra – Tababuela ($U_{rx} = -85 \text{ dBm}$).



Potencia de transmisión del sistema de microondas.

$$P_{tx} = -47.51 + (0.48 - 39.807 + 0 + 139.28 - 39.807 + 0.48) + 30 \text{ [dBm]}$$

$$P_{tx} = 43.116 \text{ dBm}$$

Escogemos la potencia de transmisión de 36 dBm para los dos enlaces, el cual se aproxima a los dos valores anteriormente calculados, y es un estándar que brinda el fabricante en el respectivo equipo de microondas (Itelco modelo MTX7B70S), al cual hicimos

referencia anteriormente tomando una de sus características el Umbral de recepción (para diseño).

Energía

Esta disponible en todos los sitios, los equipos se alimentan con energía monofasica de 110/220 VAC, adicionalmente se deben instalar reguladores de voltaje y bancos de baterías para respaldo de operación de las microondas cuando haya cortes de fluido eléctrico.

4.2.1.3 Cálculo de propagación teórico

Con los parámetros del fabricante de los respectivos equipos seleccionados, realizamos un recálculo de propagación para los dos enlaces.

CALCULO DEL ENLACE DE MICROONDA

Enlace La Cabra – Tababuela

SITIOS DE TX Y RX	Pimampiro	Tababuela
LONGITUD :	78° 57' 51" w	78° 05' 42" w
LATITUD :	00° 28' 23" N	00° 29' 25" N
ALTURA DE TERRENO (mts) :	2500	1800
ALTURA DE ANTENAS (mts) :	24	24
TIPO DE ANTENA :	Parabólica	Parabólica
TAMAÑO DE ANTENA (pies) :	4	4
GANANCIA DE ANTENA (dBi) :	37.8	37.8
AZIMUT DE LA ANTENA (°) :	277.91	97.91
INCLINACION DE LA ANTENA (°) :	-2.41	2.41
TIPO DE LINEA DE TRANSMISION :	G.O. EW63	G.O. EW63
LONGITUD DE LA LINEA DE TX (mts) :	22	22
PERDIDAS EN LAS LINEAS DE TRANSMISION :	0.48	0.48
FRECUENCIA DEL ENLACE (MHz) :		7000
LONGITUD DEL ENLACE (Km) :		14.538
PERDIDAS EN EL ESPACIO LIBRE :		132.602
PERDIDAS POR ALINEAMIENTO :		0
PERDIDAS POR OBSTRUCCION :		0
PERDIDAS ADICIONALES :		4.6
PERDIDAS TOTALES (dB) :		137.202
POTENCIA DE TRANSMISION (w) :		3.981
POTENCIA DE TRANSMISION (dBm) :		36
GANANCIA DE ANTENAS (dB) :		75.6
GANANCIAS TOTALES (dB) :		111.6
NIVEL DE PORTADORA RECIBIDA (dBm) :		-26.562
UMBRAL DEL RECEPTOR (dBm) :		-85
MARGEN DE DESVANECIMIENTO (dB) :		-58.438
CONFIABILIDAD DEL ENLACE (%) :	99, 99999	
TIEMPO FUERA DE OPERACION/AÑO (seg) :		3.2

CALCULO DEL ENLACE DE MICROONDA

Enlace Tababuela – La Belleza

SITIOS DE TX Y RX	Tababuela	La Carolina
LONGITUD :	78° 05' 42" w	78° 11' 18" w
LATITUD :	00° 29' 25" N	00° 45' 28" N
ALTURA DE TERRENO (mts) :	1800	2200
ALTURA DE ANTENAS (mts) :	24	24
TIPO DE ANTENA :	Parabólica	Parabólica
TAMAÑO DE ANTENA (pies) :	6	6
GANANCIA DE ANTENA (dBi) :	40.8	40.8
AZIMUT DE LA ANTENA (°) :	340.64	160.94
INCLINACION DE LA ANTENA (°) :	0.62	-0.62
TIPO DE LINEA DE TRANSMISION :	G.O. EW63	G.O. EW63
LONGITUD DE LA LINEA DE TX (mts) :	22	22
PERDIDAS EN LAS LINEAS DE TRANSMISION :	0.48	048
<hr/>		
FRECUENCIA DEL ENLACE (MHz) :		7,000
LONGITUD DEL ENLACE (Km) :		31.374
PERDIDAS EN EL ESPACIO LIBRE :		139.18
PERDIDAS POR ALINEAMIENTO :		0
PERDIDAS POR OBSTRUCCION :		0
PERDIDAS ADICIONALES :		4.6
PERDIDAS TOTALES (dB) :		143.88
POTENCIA DE TRANSMISION (w) :		3.981
POTENCIA DE TRANSMISION (dBm) :		36
GANANCIA DE ANTENAS (dB) :		81.6
GANANCIAS TOTALES (dB) :		117.6
NIVEL DE PORTADORA RECIBIDA (dBm) :		-27.24
UMBRAL DE RECEPCION (dBm) :		-85
MARGEN DE DESVANECIMIENTO (dB) :		57.76
CONFIABILIDAD DEL ENLACE (%) :	99, 9999	
TIEMPO FUERA DE OPERACION/AÑO (seg) :		32

4.2.1.4 Datos técnicos sobre los Transmisores y Sistemas Radiantes

Para el sistema se ha escogido el canal 2 de VHF (54-60 MHz) ubicado en la banda I, en los alrededores de La Carolina ningún canal trabaja en esta banda, como podemos constatar en el Anexo 2; el nivel protegido por los Entes Normativos para la zona urbana es de 68 dBuV/m, el sitio extremo de servicio se encuentra a una distancia de 17 Km. del punto de repetición (dirección de máxima radiación).

Asumimos una determinada ganancia de antena, la cual ira variando de acuerdo a la potencia que obtengamos, tomando en cuenta que a menor ganancia mayor potencia o viceversa, pero debemos llegar a una armonía con las dos variables.

De lo anterior expuesto anotamos los valores de mejor característica con los respectivos cálculos:

$$E_o = 76.9 - 20 \log d + P_{erp} \quad \text{Ec.(2.19)}$$

Donde:

E_o = Intensidad de campo en el espacio libre.

d = longitud del trayecto Km.

P_{erp} = Potencia radiada aparente.

$$P_{erp} = 10 \log P_{tx} + G_{tx} - \alpha_{lt} \quad \text{Ec.(2.20)}$$

Donde:

P_{tx} = Potencia de salida del transmisor (w).

G_{tx} = Ganancia de la antena (dB).

α_{lt} = Atenuación en líneas de alimentación (dB).

$$P_{erp} = E_o - 76.9(\text{dBuV/m}) + 20 \log d (\text{Km})$$

$$P_{erp} = 68 - 76.9 + 20 \log (17)$$

$$P_{erp} = 15.7089$$

$$10 \log P_{tx} = P_{erp} - G_{tx} + \alpha_{lt}$$

$$10 \log P_{tx} = 15.7089 - 8 + 2.5$$

$$P_{tx} = 10.49 \text{ W}$$

Calculado la potencia de salida del equipo, y la ganancia de la antena la cual se ubica en 8 dB, determinamos la potencia radiada efectiva (ERP), para seleccionar nuestro equipo transmisor.

$$G_{panel} = G_{antena} - G_{dipolo-elemental} \quad \text{Ec.(2.21)}$$

$$G_{panel} = 8 \text{ dB} - 2.15 \text{ dB} = 5.75 \text{ dB}$$

$$P_{sal} = ERP / G_{panel} \quad \text{Ec.(2.22)}$$

$$P_{sal} = 10 \text{ w} / 5.75 = 1.74 \text{ Wps}$$

En la tabla 4.4 se muestra algunas características del sistema radiante, datos básicos para la selección de los equipos.

Tabla 4.4 Datos técnicos preliminares del sistema radiante

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL SISTEMA RADIANTE		
Sitio de Transmisión	La Belleza	
Ubicación	Longitud	Log. 78°11'18"
	Latitud	Lat. 00°45'28"
Potencia de Salida	10 w	
Canal	2	
Configuración del sistema radiante	Unidireccional	
Polarización	Horizontal	
Ganancia Antenas	8 dB	
Angulo de inclinación	-6°	
Acimut de máxima ganancia	190°	
Población a cubrir	La Carolina	

4.2.1.4.1 Sistema Radiante

El sistema radiante propuesto es de fabricación RYMSA, modelo AT11-220 de polarización horizontal, la ganancia del arreglo es de 8dB el ancho del lóbulo principal entre puntos de -3dB de 70° en vertical y 56° en horizontal, el arreglo tendrá una inclinación electrónica de -6°, la relación de onda estacionaria será menor a 1.

Los arreglos están configurados por paneles de doble dipolo y una pantalla reflectora.
Mayor información Anexo 4.

Cálculo de propagación en la dirección de máxima radiación

Potencia de transmisión : 10 W
Ganancias de antenas : 8 dB
Altura efectiva del terreno : (h.Tx-h.terr.)
Ubicación del transmisor : Cerro La Belleza
Cálculos realizados con curvas de FCC: F(50,50)

DISTANCIA (Km)	E(dBuV/m)
1	85
3	80
4	80
5	75
6	65
7	55
8	50
9	50
10	45
11	45
12	45
13	40
14	40
15	35

4.2.1.4.2 Descripción de los equipos transmisores

El transmisor es de fabricación ITELCO, la certificación ISO9001 asegura la calidad del equipo transmisor mayor información Anexo 4.

4.2.1.5 Areas de cobertura

En las gráficas siguientes indicamos los enlaces de microondas, como zonas de cobertura del sistema radiante.

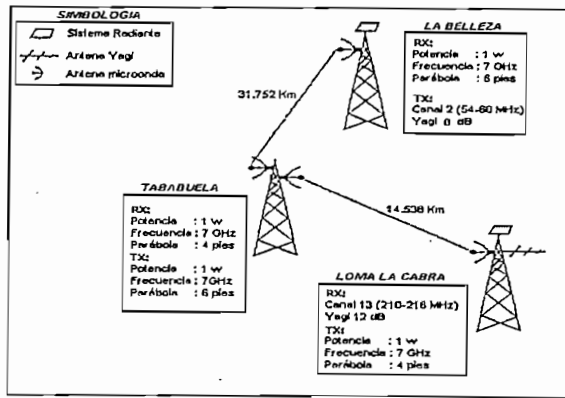


Fig. 4.5 Enlaces de microondas, potencias, frecuencias

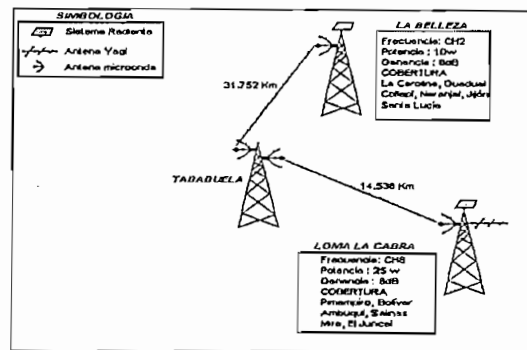


Fig. 4.6 Zonas de cobertura, canales de servicio

4.2.1.6 Estaciones y torres

En estudio de factibilidad, también debemos manejar el aspecto económico, razón por la cual debería tomarse en cuenta que existe infraestructura de Andinatel S.A. en los diferentes puntos del enlace (Tababuela, Santa Lucia, Cerro La Belleza), que llegando algún acuerdo con dicha Institución podría utilizarse para el sistema anteriormente descrito, y con ello evitarnos la construcción en su totalidad de las casetas y torres. Las estructuras son de alto costo, detalles de algunas torres Anexo 5.

4.2.1.7 Protección contra descargas eléctricas

El sistema deberá estar protegido contra descargas eléctricas por medio de un pararrayos y este puesto a tierra; mayor información en Anexo 5.

Las áreas de cobertura se hallan impresas sobre mapas del Ecuador, ver las gráficas siguientes.

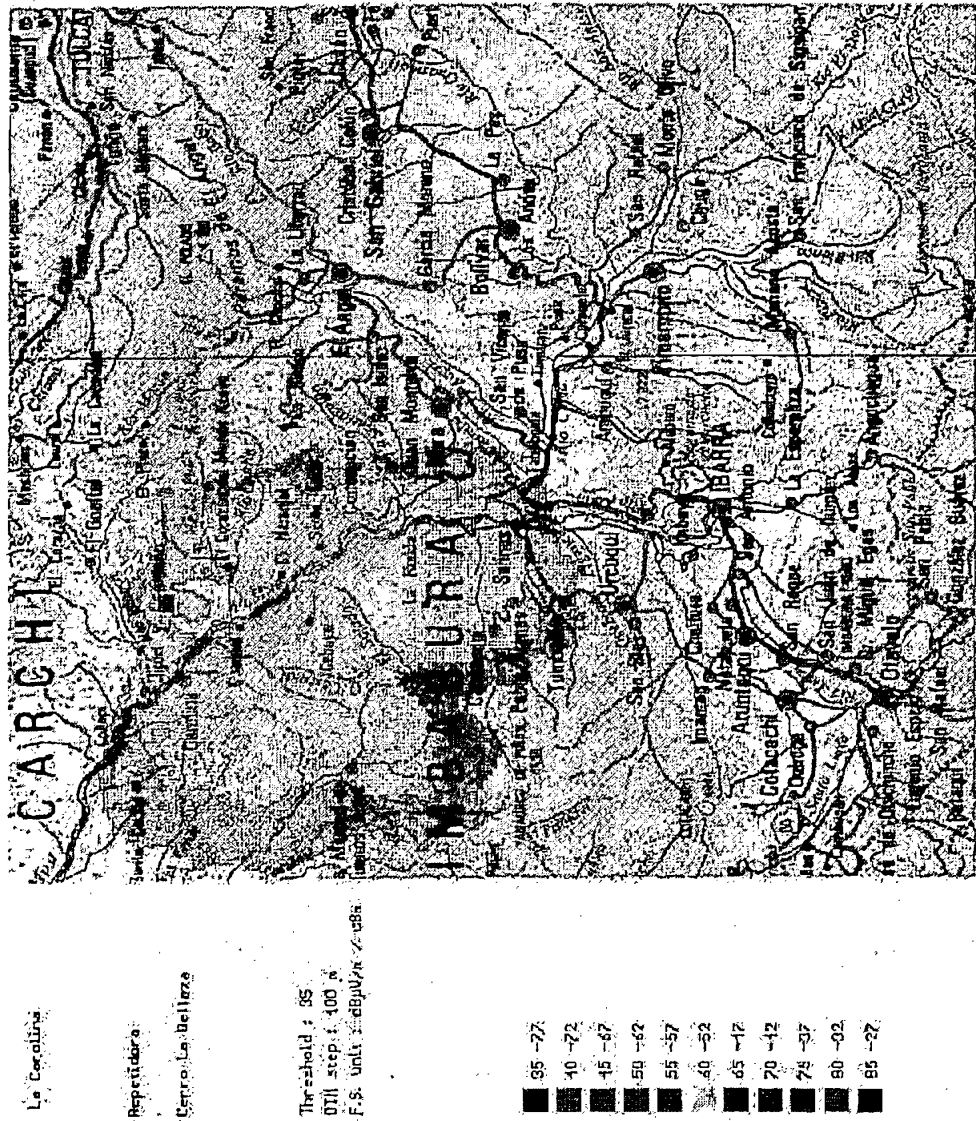


Fig. 4.7 Lóbulo de radiación, repetidora Cerro la Belleza, potencia de transmisión 10W

Como hemos analizado en el capítulo anterior, los efectos que influyen la propagación electromagnética; en especial la difracción mediante la cual la señal toma diferentes rumbos a los esperados, este efecto nos da una mejor idea de la cobertura de la señal televisiva.

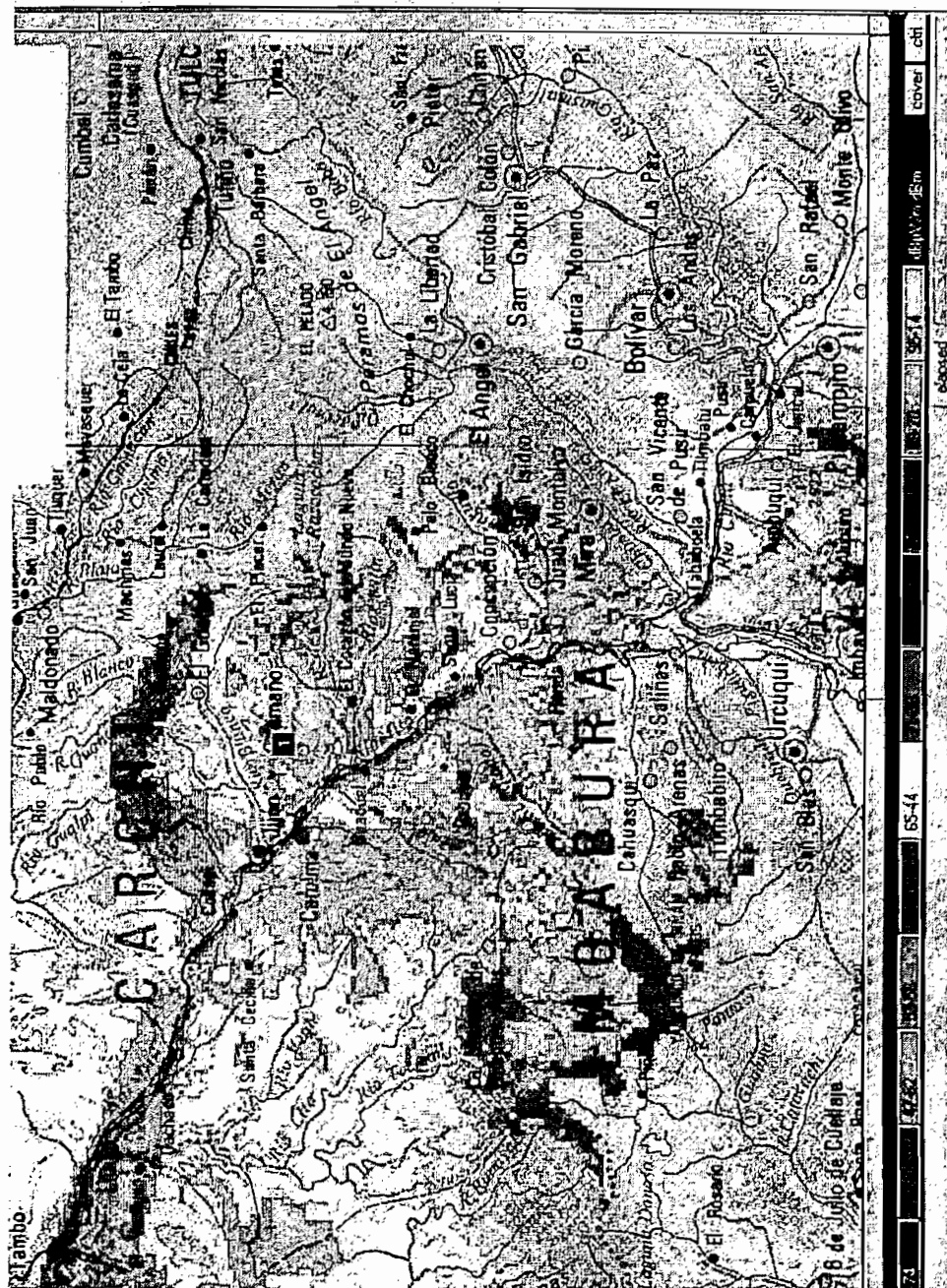


Fig. 4.8 Lóbulo de radiación (difracción), repetidora Cerro la Belleza, potencia de transmisión 10W

4.2.2 SEGUNDA FACTIBILIDAD (Repetidor activo en Santa Lucia)

Por medio de un estudio de campo y mapas del sector ubicamos el mejor sitio de captación y traslado de frecuencia (señal de Teleamazonas) para la instalación del repetidor activo. Entre los valores de intensidad medidos tenemos:

Tabla 4.5 Niveles de intensidad de campo por parte de Teleamazonas en Santa Lucia

Estación	Canal	Frecuencia	Intensidad (dBuV/m)
Pimampiro	8	(180-186 MHz)	5
Cerro Troya	10	(192-198 MHz)	0
Cerro Blanco	13	(210-216 MHz)	18

La señal de estereofonía FM recibida es de alta calidad en el presente trabajo no se ha realizado su medición ya que se asume que si la portadora de vídeo llega en optimas condiciones también lo hará la de portadora audio, que en forma práctica se ha constatado en un receptor ubicado en el sector.

4.2.2.1 Descripción del proyecto

El punto de repetición de halla en Santa Lucia a 33 Km. al norte de Ibarra con las siguientes coordenadas geográficas: Longitud: 78° 08' 43", Latitud: 00° 38' 45" Norte. Altura sobre el nivel del mar: TERRENO: 1400 m., ANTENAS: 1424 m.

La señal a ser captada es la difundida por Teleamazonas desde Cerro Blanco (canal 13 de 210-216 MHz), por efecto de propagación llega al sector de Santa Lucia con buenos parámetros de intensidad 18 dBuV/m la de mayor valor respecto a sus otras repetidoras. Para la recepción de la señal se utilizará una antena yagi.

La transmisión será en canal 7 de VHF (174-180 MHz) ubicado en la banda III, debido a que en los alrededores no existen estaciones que trabajen a esta frecuencia según datos proporcionados por la Superintendencia de Telecomunicaciones, y con ello evitamos la interferencia entre canales; Se utilizará una antena yagi directiva. Las dos antenas tanto de recepción como de transmisión deben tener polarización diferente una de otra para evitar

interferencia cocanal, y estas se elegirán de acuerdo a las necesidades del sistema al igual que los equipos de transmisión.

4.2.2.2 Cálculo de la potencia de transmisión

El nivel requerido (Recomendación) para la zona rural en banda III es de 56 dBuV/m, el sitio extremo a proteger se localiza a 15Km de distancia del transmisor, con una variación de altura entre ellos de aproximadamente 200m. altura.

Ayudados por la Carta de la FCC (Anexo 6), localizamos el valor de intensidad necesario para un ERP de 1 KW, el cual es de 69 dBuV/m (curvas determinadas en la carta).

Luego procedemos calcular la diferencia existente entre nuestro requerimiento para la zona y el valor de intensidad anteriormente determinado. Obteniendo una diferencia de 13 dB, luego de lo cual procedemos a calcular su valor en watos.

$$dB = 10 \log Ps/1Kw$$

$$Ps = [10 \text{ EXP } (-13/10)] * 1000$$

$$Ps = 50.1187 \text{ w}$$

Este dato de potencia es un aproximado de nuestras exigencias de trabajo; ya que es un datos teórico, debemos manejar los datos de diseño con los estándares que nos dan los fabricantes para realizar el respectivo pedido.

Al ir variando la ganancia de la antena, también variamos los lóbulos de radiación y las características básicas de la antena, las cuales vamos ajustando a nuestras exigencias; no dejando de lado el aspecto económico ya que equipos de potencias altas son costosos al igual que antenas de alta ganancia.

Por lo cual proponemos que la potencia de salida debe ser de 50 w, una antena con 12 dB de ganancia.

Con el valor de ERP y ganancia de antena encontramos la potencia pico.

$$G_{panel} = G_{antena} - G_{dipolo-elemental}$$

$$G_{\text{panel}} = 12 \text{ dB} - 2.15 \text{ dB} = 9.75 \text{ dB}$$

$$P_{\text{sal}} = \text{ERP}/G_{\text{panel}}$$

$$P_{\text{sal}} = 50 \text{ w} / 9.75 \text{ dB} = 5.12 \text{ Wps}$$

4.2.2.3 Elección de los equipos (antenas)

4.2.2.3.1 Antena de recepción

En Santa Lucia tenemos un valor de intensidad bastante aceptable de 0.0079 mV/m, para lo que proponemos utilizar una antena yagi marca STARK ELECTRONIC serie BTY de banda ancha, la cual brinda varias aplicaciones. La BTY-5-LB trabaja en la banda baja de VHF entre los canales del 2-6 en la cual usa 5 elementos; en la banda FM usa 6 elementos. Con la BTY-10-HB la cual trabaja en la banda VHF canales del 7-13 usa 10 elementos.

Para nuestro requerimiento la antena trabajará en la banda VHF de 7-13 MHz, su R.O.E es menor a 1.3, tiene una ganancia de 13.2 dBi, relación frente atrás F/A 17 dB, impedancia de alimentación de 75 ohms, ancho del lóbulo principal entre puntos de -3dB (Horizontal 51°, vertical 49°).

4.2.2.3.2 Antena de transmisión

En la sección de radiación se ha optado por la utilización de una antena yagi, y no un panel para reducir el costo del sistema, la reducción del costo con lleva a disminuir la calidad del servicio; pero los resultados son aceptables como se observara mas adelante.

Para la radiación se usará una antena yagi soldada 12 DB (ANTENAS PROFESIONALES S.A.) modelo D11E-150BAS. El elemento radiante, es un dipolo plegado de banda ancha (banda de 120 a 200 MHz), es una antena direccional basada en la técnica desarrollada por Yagi y Uda de 11 elementos, polarización horizontal, la ganancia del arreglo es de 12dB.

La antena esta alimentada con un balun, el conector coaxial de entrada es hembra tipo “N” con pinza de contacto de Cobre-Berilio. Mayor información del elemento radiante en el Anexo 6.

Tabla 4.6 Datos del sistema radiante (2da Factibilidad)

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL SISTEMA RADIANTE	
Sitio de Transmisión	Santa Lucía
Ubicación	Longitud Log. 78°08'43"
	Latitud Lat. 00°38'45"
Canal	7
Configuración del sistema radiante	Unidireccional
Polarización antena de recepción	Vertical
Polarización antena de transmisión	Horizontal
Ganancia Antenas	12 dB
Angulo de inclinación	-2.5
Acimut de máxima ganancia	310
Poblaciones a cubrir	Sta. Lucía, Carolina, Guadual, Mundo Nuevo, Cabuyal, Naranjal, Collapi

4.2.2.4 Frecuencia

El rango de frecuencia para la difusión será de 174-180 MHz canal 7 (banda III), se ha elegido este rango debido a que el canal 7 no esta asignado a ninguna televisora en los alrededores de la Carolina.

4.2.2.5 Energía

Esta disponible en Santa Lucía al igual que vías de accesos, los equipos se alimentan con energía monofasica de 110/220 VAC, adicionalmente se deben instalar reguladores de voltaje y bancos de baterías para respaldo de operación del sistema cuando haya cortes de fluido eléctrico.

4.2.2.6 Elección del equipo trasladador y transmisor

Para la sección de traslado de frecuencia se recomienda un equipo marca ITELCO modelo L331, conversión de b.III/b.III, potencia de salida de 10 Wps, consumo de potencia 120 w. El equipo recibe la señal de RF proveniente de la antena esta es aplicada a la entrada

RF del plug-in “RF/IF CONVERTER”, luego la señal pasa por un filtro pasa banda, para su posterior amplificación y envío a un mixer, la cual es convertida a frecuencia intermedia mediante un oscilador local, que posee una circuitería sofisticada con selección directa de canales los cuales son manejados por switches localizados en la parte frontal del panel de la respectiva consola.

Cualquier banda de frecuencia tiene el mismo plug de entrada con la posibilidad de sintonizar al oscilador para cualquier canal, dependiendo de estándar usado.

La señal FI obtenida es aplicada a la entrada del modulo plug “IF AMPLIFIER”, pasando por un atenuador el cual realiza las funciones de un filtro pasa banda SAW, por el uso de los diferentes atenuadores obtenemos el control de las ganancias, y la relación señal a ruido.

El voltaje suministrado es controlado por la circuitería AGC, demodulando la señal de vídeo y midiendo esta intensidad durante el sync o back porch siendo usado por el circuito squelch. Antes del amplificador la señal es controlada para que tenga los niveles de intensidad requeridos.

Con la IF con buenas características, realizamos la conversión a RF con ayuda de un oscilador local controlado por cristal de rubidio o cesio.

Para la transmisión se recomienda equipo compatible con el anterior, en este caso se enuncia un equipo de la misma marca ITELCO modelo T313S (502533110), amplificación compartida para las portadoras de audio y vídeo. Operación en toda la banda III (de 174-230 MHz) en concordancia con la norma M.

Para la sección de excitación se emplea el tipo T311S, el cual nos da una potencia de salida de 10 Wps para vídeo, y de 1W/0.2W a la salida del amplificador de sonido, las unidades de amplificación de vídeo V352, y la unidad de audio W312, mayor información de los equipos en el Anexo 6.

4.2.2.7 Area de cobertura

Los datos obtenidos se muestran en un mapa y un cuadro adjunto que se hallan a continuación (el campo está en mV/m eficaces a 10 m de altura en puntos con línea de vista).

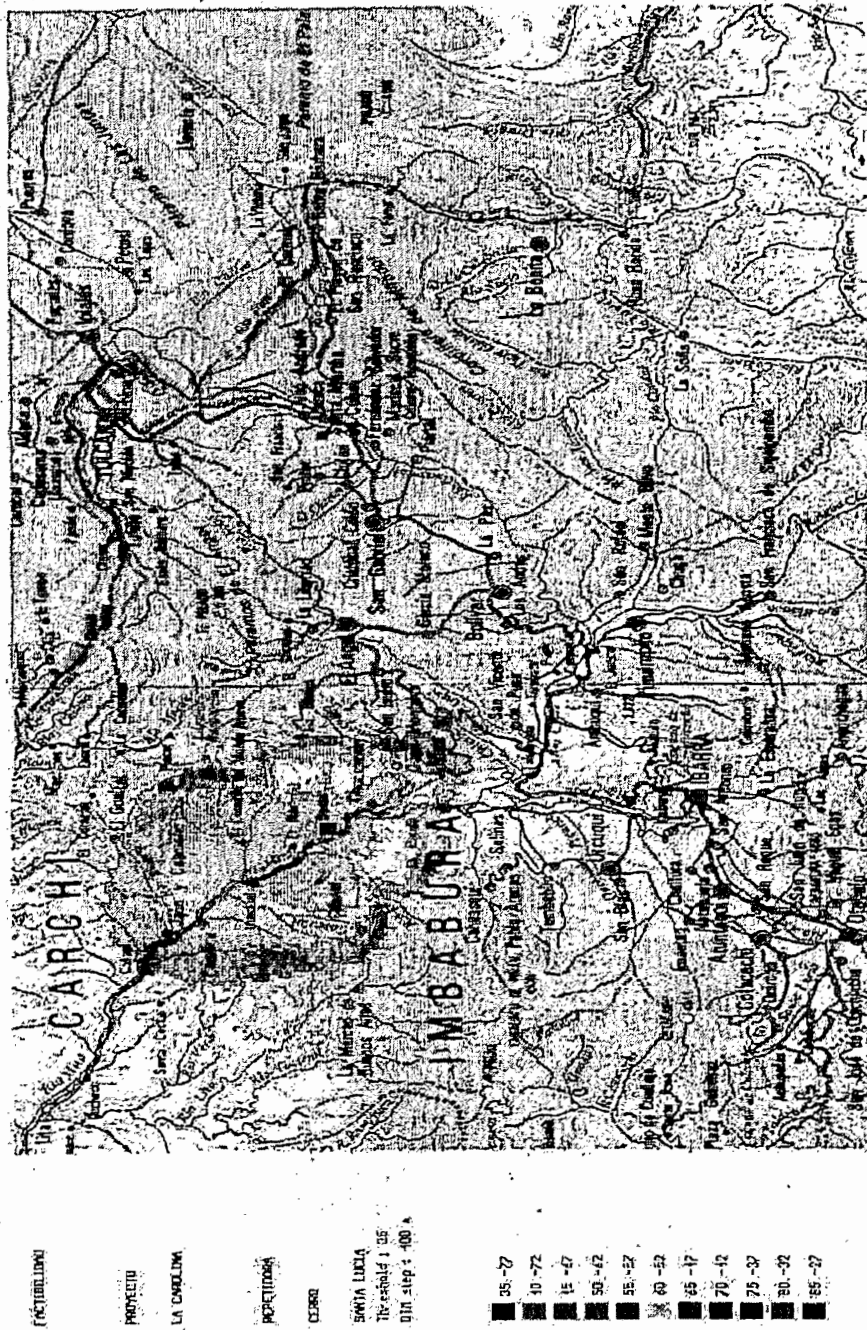


Fig. 4.9 Lóbulo de radiación, cobertura primaria (Repetidor Santa Lucia)

Cálculo de propagación en la dirección de máxima ganancia

Potencia de transmisión: 50 W

Ganancia de antena: 12 dB

Altura efectiva del terreno: (h.Tx-h.terr)

Ubicación del transmisor: Loma Santa Lucia

Cálculos realizados con curvas de FCC F(50,50)

DISTANCIA (Km)	E(dBuV/m)
2	85
3	85
4	80
5	75
6	65
7	65
8	65
9	60
10	60
11	55
12	45
13	40
14	40
15	35

4.2.2.8 Estación y torre

Respecto a la infraestructura en el sector se encuentra instalada una central de telefonía (proyecto Alemán realizado en el mes de Abril de 1999), la cual se puede llegar a un convenio para la utilización de sus instalaciones tanto de caseta como torre.

4.2.2.9 Protección (puesta a tierra)

Los equipos tanto de transmisión y radiación deben estar protegidos contra rayos (descargas eléctricas), mayor información en Anexo 5.

CAPITULO 5

CAPITULO V

ANALISIS ECONOMICO

Con los datos técnicos de los equipos proseguimos a evaluarlos económicamente, en esta sección serán analizados los costos de implementación para la operación de la matriz de televisión VHF, en La Carolina. Los valores obtenidos no serán tomados como referencia para la selección de la más económica, sino como datos informativos del costo de cada sistema; ya que el objetivo de este presente trabajo va enfocado a la posibilidad de llegar con la señal televisiva al sector, y evaluar el tipo de matriz que cumpla con dicho fin.

Respecto a la primera factibilidad se sugiere enlaces de microondas con un sistema radiante que involucra mayor cantidad de equipos, respecto a la segunda en la cual sólo describimos un repetidor activo (receptor y transmisor); al relacionarlas observaremos una marcada diferencia en los costos de la una con respecto a la otra.

5.1 ANALISIS ECONOMICO DE LOS EQUIPOS A UTILIZARSE

5.1.1 PRIMERA FACTIBILIDAD

El sistema lo conforman equipos de transmisión recepción de microondas y un sistema radiante cabe anotar que para esta posibilidad se maneja mayor cantidad de equipo.

5.1.1.1 Costo de los equipos de microondas

Los equipos de microondas son de marca ITELCO, serie MTRX (Video Microwave Relay), de alto rendimiento, existiendo transmisores y receptores en esta línea, los cuales operan en la banda de 1.7 a 13.20 GHz.

Para el rango de frecuencia entre 7.1 a 8.5, tenemos los modelos MTX8B30S y MTX7B70S, con una potencia de salida de 30/36 dBm respectivamente (transmisores), y el modelo MRX8BA0S (receptor) con una recepción de -85 dBm; la figura de ruido es de 4 dBm, y una relación señal/ruido de 71 dBm.

CANTIDAD	DESCRIPCION	MODELO	COSTO UNITARIO	SUBTOTAL
2	Transmisor de microondas Itelco. Serie MTRX, Potencia de salida 30 dBm Figura de ruido 4 dB, Relación S/N 71 dB	MTX8B30S	USD 10.527	USD 21.054
2	Receptor de microondas DOLP Serie MTRX, Recepción mínima -85 dBm Figura de ruido 4 dB, Relación S/N 71 dB	MRX8BA0S	USD 9.531	USD 19.062

VALOR TOTAL DE LOS TRANSMISORES DE MICROONDA

USD 40.116

5.1.1.2 Costo de las antenas parabólicas

Las microondas a utilizarse son de fabricación RSI Wireless Communications, de 4 pies de diámetro, con una relación F/A de 50 dB, en cambio para el segundo enlace tomamos una antena del mismo fabricante de 6 pies de diámetro con una relación F/A de 52 dB, ya que el enlace es de mayor distancia; son antenas muy directivas.

CANTIDAD	DESCRIPCION	MODELO	COSTO UNITARIO	SUBTOTAL
2	Parabólica marca RSI Tamaño 4 pies, Ganancia 37.8 dB Banda 7-8 GHz, ancho lóbulo 2°	PL4-71D	USD 1.760	USD 3.520
2	Parabólica marca RSI Tamaño 6 pies, Ganancia 40.8 dB Banda 7-8 GHz, ancho lóbulo 1.5°	PL6-71E	USD 2.120	USD 4.240

VALOR TOTAL DE LAS ANTENAS PARABOLICAS

USD 7.760

5.1.1.3 Costo del transmisor de televisión

El transmisor es de fabricación ITELCO, siendo el equipo de alta eficiencia, posee un diseño para una fácil operación, es tolerante a fallas, reduce el número de componentes e incorpora componentes de larga vida en todas sus áreas críticas para asegurar alta confiabilidad al aire.

CANTIDAD	DESCRIPCION	MODELO	COSTO UNITARIO	SUBTOTAL
1	Transmisor televisivo ITELCO Operación en la banda I (54-88 MHz) Potencia de salida 2,10,20 Wps Excitador tipo T111S (amplificador) Amplificador de potencia unidad V152 Unidad de potencia acoplada H113 Unidad de suministro de energía A553 Unidad de amplificación de sonido W112C	T113S	USD 23.000	USD 23.000

VALOR TOTAL DEL TRANSMISOR DE TELEVISION

USD 23.000

5.1.1.4 Costo de antena de difusión (Panel)

Se utilizara paneles de doble dipolo de fabricación RYMSA, son muy resistentes a condiciones ambientales adversas, soporta un rango de temperatura de (-20° a +80°), una humedad relativa de 100%, que lo hacen idóneo para nuestros requerimientos, entre otras características y costos tenemos:

CANTIDAD	DESCRIPCION	MODELO	COSTO UNITARIO	SUBTOTAL
1	Antena de fabricación RYMSA Rango de frecuencia (54-88 MHz) Ancho de banda 6 MHz Ganancia hasta 11 dBi Relación de onda estacionaria menor a 1 Potencia máxima 3 Kw Relación delante/atrás mayor a 18 Db Ancho lóbulo en -3 dB (plano H 56°, V 70°)	AT11-220	USD 3.500	USD 3.500

VALOR TOTAL DE LA ANTENA DE DIFUSION

USD 3.500

5.1.1.5 Costo de los elementos adicionales

A continuación enumeramos en forma general costos de los elementos adicionales a los equipos principales, como son cables, conectores, etc. Importante en la instalación del sistema.

CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO USD	SUBTOTAL USD
55 m	Guía de onda G.O. EW63 Para las microondas	54,69	3.007,95
2	Random de 4 y 6 pies RSI Wireless Communications	1.340,00	2.680,00
4	Conectores RSI	250,00	1.000,00
4	Flex Twister	500,00	2.000,00
3	Presurizador RSI	750,00	2.250,00
4	Pressure windows RSI	100,00	4.000,00
3	Accesorios para guía de onda	500,00	1.500,00
2	Respaldos de energía, con Banco de batería para 48 horas Para las microondas (24 DC)	2.900,00	5.800,00
4	Equipos para montaje	450,00	900,00
3 lotes	Cables de interconexión	70,00	210,00
24 m	Cable coaxial 7/8 "	18,25	438,00
1	Accesorios adicionales	8.000,00	8.000,00

VALOR TOTAL DE ACCESORIOS ADICIONALES

USD 12.250,00

5.1.2 SEGUNDA FACTIBILIDAD

Optando por otro medio de trasladar un rango de frecuencia hacia la Carolina, como lo es con un repetidor activo, ubicado en Tababuela sitio estratégico donde encontramos los diferentes elementos indispensables para la instalación del sistema.

5.1.2.1 Costo del Traslador de frecuencia

Por tratarse del análisis de factibilidad de una matriz de televisión en la banda VHF, sólo se utilizará un trasladador de frecuencia, no dejando de lado la opción de más canales con lo cual se utilizaría trasladadores en igual proporción, entre algunas características y costos tenemos:

CANTIDAD	DESCRIPCION	MODELO	COSTO UNITARIO	SUBTOTAL
1	Trasladador de TV ITELCO Modelo L331 Norma NTSC, IN canal 13 OUT canal 7 Conversión b.III / b.III Alimentación 117 Vac, 60 Hz Potencia de salida 10 wps Consumo de potencia 120 W Unidad de conversión RF/IF Modulo plug IF amplifier	PL4-71D	USD 13.000	USD 13.000

VALOR TOTAL DEL TRASLADOR DE FRECUENCIA

USD 13.000

5.1.2.2 Costo de la antena de Recepción y Transmisión para VHF

Las antenas de recepción y transmisión son yagis, se propone dichas antenas por su fácil manejo y sus características técnicas y mecánicas cumplen con las exigencias básicas que se requiere en el sector de La Carolina, tanto en la captación y radiación en el rango VHF.

CANTIDAD	DESCRIPCION	MODELO	UNITARIO	SUBTOTAL
	YAGI BLONDER TONGUE (RECEPCION)			
1	Modelo BT #BTY-10-HB SIN.CHAN. HB VHF Ganancia 13.2 dB Rango de frecuencia (174-216 MHz) Número de elementos 10 R.O.E menor 1:3.1 Impedancia 70 ohms Relación frente atrás 17 dB Ancho lóbulo en -3dB (H 51°, v 49°)	BTY-10	USD 133,80	USD 133,80
	YAGI SOLDADA 12DB (TRANSMISION)			
1	Modelo D11E-150BAS Ganancia 12 dB Rango de frecuencia (120-200 MHz) número de elementos 11 R.O.E. Menor 1:3.1 Relación delante/atrás 13 dB Ancho lóbulo en -3 dB (H 35°, V 40°)	D11E-150	USD 170	USD 170

VALOR TOTAL ANTENAS DE TRANSMISION Y RECEPCION

USD 303,8

5.1.2.3 Costos de elementos adicionales

Para el caso del repetidor activo, adicional a los equipos anteriores se necesita como cosas básicas, cables de conexión, conectores, acopladores de impedancias, armario para montaje de equipos, torre para sujeción de antenas (sí es necesario), entre otras.

CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO USD	SUBTOTAL USD
55 m	Cable coaxial LDF5-50A	21,00	1.155,00
2 c/u	conectores tipo "F" macho y hembra, tipo "N" macho y hembra, para cable		164,00
1	Divisor simétrico, dos salidas desbalanceadas tipo "F"	8,00	8,00
1	Armario metálico para los equipos	70,00	70,00
	Elementos varios		100,00

VALOR TOTAL DE ACCESORIOS ADICIONALES

USD 1.497,00

5.2 ANALISIS ECONOMICO DE LA INSTALACION DEL SISTEMA

Los datos anteriores nos brindan el costo de los equipos, ya en poner a punto el sistema intervienen diferentes factores los cuales serán tomados en consideración para cada caso analizado (factibilidades).

5.2.1 Instalación del sistema Primera Factibilidad

Por tratarse de un sistema de microondas, existirá mayor cantidad de elementos a instalarse, el traslado los puntos de repetición, mano de obra calificada, entre otros:

COSTO TOTAL DE LOS EQUIPOS

Equipos de microondas.....	USD	40.116
Antenas parabólicas.....	USD	7.760
Transmisor de Televisión.....	USD	23.000

Antena de Difusión.....	USD	3.500
Total de accesorios.....	USD	12.250
TOTAL (Equipos).....	USD	86.626

COSTOS ADICIONALES DE INSTALACION

Con los equipos ya en el país se tomaría 1 mes en la instalación, por lo cual el sueldo estaría en USD 3.000 (TRES MIL DOLARES), USD 1.000 (MIL DOLARES) en transportación, en impuestos se pagaría alrededor de USD 800 (OCHOCIENTOS DOLARES), Gastos extras USD 2.000 (DOS MIL DOLARES). Obteniendo un total de **USD 6.800 (SEIS MIL OCHOCIENTOS DOLARES)**.

Con lo que llegamos a tener el costo de la instalación del sistema de microondas con su respectivo sistema radiante.

EQUIPOS	USD	86.626
INSTALACION	USD	6.800
COSTO DE LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA	USD	93.426

5.2.2 Instalación del sistema Segunda Factibilidad

Por tratarse de un repetidor activo, sólo se necesita trasladar todos los equipos al sitio de repetición, y la instalación no con lleva mucha dificultad.

COSTO TOTAL DE LOS EQUIPOS

Antenas yagui.....	USD	303,8
Traslador de Televisión.....	USD	1.300
Total de accesorios.....	USD	1.497
TOTAL (Equipos).....	USD	14.800,8

COSTOS ADICIONALES DE INSTALACION

Con los equipos ya en el país se tomaría 10 días en la instalación, por lo cual el sueldo estaría en USD 1.000 (MIL DOLARES), USD 200 (DOSCIENTOS DOLARES) en transportación, en impuestos se pagaría alrededor de USD 1.400 (MIL CUATROCIENTOS DOLARES), Gastos extras USD 500 (QUINIENTOS DOLARES). Obteniendo un total de **USD 3.100 (TRES MIL CIEN DOLARES)**.

Con lo que llegamos a tener el costo de la instalación del sistema de microondas con su respectivo sistema radiante.

EQUIPOS	USD 14.800,8
INSTALACION	USD 3.100
COSTO DE LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA	USD 17.900,8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los objetivos del presente proyecto se han cumplido, dos de las posibles factibilidades analizadas cumplen con los requerimientos de servicio de televisión abierta, es decir obtendríamos niveles de intensidad recomendados por los Entes Reguladores, pudiendo diferenciarlas por el método de transporte de la frecuencia hasta la zona de la Carolina. En el primer caso por medio de enlaces de microondas, y en el segundo caso por medio de un repetidor activo (con traslado de frecuencia).
- El estudio socio-económico del sector nos indica que la implementación de la matriz por parte de los habitantes (aproximadamente 5.000 habitantes), es imposible. La Carolina zona sumamente agrícola, ganadera, y turística tiene una buena proyección de crecimiento social y económico, razón por la cual los medios televisivos y la empresa privada deberían enfocar su mercado, con la aportación del sistema de televisión abierta hacia el sector.

- La Carolina posee una Orografía abundante, razón por la cual desde los sitios de repetición no existe línea de vista. Por lo que se opta por trasladar la señal por medio de enlaces de microondas, existiendo otras posibilidades de traslado de la señal como es satelital, que por los costos nos es muy recomendado para servicio de televisión abierta.
- La relación para pérdidas en el espacio libre nos demuestra que cuanto mayor es la frecuencia o menor es la longitud de onda mayores serán las pérdidas. Esto es muy importante de considerar en antenas de VHF y UHF ya que trabajan con frecuencias elevadas y longitudes de onda muy cortas.
- En condiciones reales la conductividad del suelo varía ampliamente con la ubicación geográfica actuando las capas superficiales como un dieléctrico que actúa sobre las ondas de radio causando pérdidas en su ganancia. Si la amplitud de la onda reflejada se reduce por pérdidas del suelo su característica vertical se verá afectada lo mismo que la impedancia en el punto de alimentación de la antena. Para lograr un suelo perfectamente conductor se puede lograr instalando una pantalla de tierra bajo la antena, extendida por lo menos media longitud de largo de onda en cada dirección desde el centro de la antena hacia afuera.
- Por efecto de la difracción, reflexión, refracción, dispersión, tanto a nivel de la superficie de la tierra como en las diferentes capas atmosféricas, la señal llega a los sitios de sombra esperados pero de baja calidad, es decir una señal bastante atenuada. También los receptores producen atenuación y distorsión.
- En medios guiados el medio de transmisión establece los límites en la transmisión; en medios no guiados el transmisor determina la característica de la transmisión.
- A cada canal de televisión le corresponde una frecuencia y a cada frecuencia le corresponde una longitud determinada, hay muchos tipos de antenas y cada una utiliza una parte distinta de la longitud de onda, así que dependiendo de la aplicación que queramos, del tipo de antena que queramos utilizar y de más factores (espacio, alcance,...) utilizaremos una medida u otra; si suponemos que nuestra antena son solo los elementos radiantes y que el punto en el que los hemos separado es el punto de alimentación de la antena, el módulo de la intensidad en el punto de alimentación varía y lógicamente, también varía la impedancia que presenta la antena.

- Es necesario que una antena esté resonando para que la parte imaginaria de la antena sea cero, para evitar tener que aplicar corrientes excesivas, que lo único que hacen es producir grandes pérdidas.
- En los reflectores parabólicos es de advertir que una antena primaria actuando con un reflector de muy baja relación, $f/D \ll 0,25$, es muy sensible a los cambios de frecuencia. Pequeñas variaciones de frecuencia, provocan cambios en la impedancia del punto de excitación, y esto ocasiona pérdidas por desadaptación. Además, los reflectores con muy baja relación foco diámetro exigen mayor precisión en la construcción, que aquellos con mayor relación f/D . Un buen compromiso es: $0,25 < f/D < 0,6$.
- Las condiciones atmosféricas pueden ocasionar desvanecimientos intensos y desviaciones del haz, lo que implica utilizar sistemas de diversidad (frecuencia, espacio, polarización), y equipo auxiliar lo cual conlleva a la utilización de mayor cantidad de equipos que elevan notablemente el costo de la implementación de una estación repetidora, pero que nos da alta confiabilidad del enlace.
- Al ir variando la tensión y la intensidad en la línea, la impedancia también irá variando. Este detalle es importante puesto que una vez que tengamos una antena, dependiendo del punto en el que la alimentemos, tendremos distinta impedancia. Así por ejemplo, si tenemos un cable de 50 ohmios para alimentar una antena, nos interesará alimentarla por un punto que presente impedancia cercana a 50 ohmios para tener las mínimas pérdidas por desacoplo de impedancias.
- Uno de los aspecto que hay que tener en cuenta cuando se elige una antena es la característica de radiación de la misma ya que es uno de los parámetros mas importantes de la antena. Por ejemplo la característica de radiación de una antena emisora debe ser igual a la característica de recepción de la antena receptora para que el proceso de transmisión sea optimo. La característica de radiación de una antena representa el cambio de intensidad de un cambio magnético en una esfera cuyo centro es la antena radiante.
- Una de las formas de aumentar la impedancia de una antena es con el dipolo doblado así como el ancho de banda ligeramente. Se le suele emplear en yagis aunque eso no quita que no pueda usarse en un simple dipolo. Por ejemplo en los 80 m. es una opción interesante si

queremos cubrir la mayor parte posible de la banda, haciéndola con línea paralela en lugar de con un hilo simple. La impedancia se multiplicará por 4 así que se hace necesario la utilización de un balun de relación 4:1.

- Los planos E y H están referidos al plano que definen los elementos (reflector, excitado y directores) el primero de ellos, plano E está alineado con el boom de la antena y los elementos, y el segundo, plano H, también alineado con el boom, es perpendicular al anterior. Estos planos son propios de la antena y no tienen relación con la posición física de la misma, son independientes de la posición física de la antena para trabajar en polarización vertical u horizontal.

- En la fig. 2.12 vemos que una antena vertical de $5/8$ longitudes de onda es una de las mejores, de las representadas, para hacer contactos a larga distancia puesto que es la que tiene el lóbulo de radiación más bajo y es la que presenta la directividad más pronunciada. Esta directividad nos indica que presenta una mayor ganancia en la dirección de propagación que se observa en el diagrama de radiación.

- La traslación de frecuencia consiste en llevar la información de un canal o banda a otro canal o banda, existiendo los siguientes traslados: VHF a VHF, UHF a UHF, VHF a UHF, UHF a VHF, el canal de salida que se escoja no deberá interferir con los otros canales que se hallen en la zona.

- El equipo trasladador es de muy baja potencia, por lo cual se le acompaña de un amplificador, para obtener el valor deseado que se le suministrará a la carga para su radiación.

- Para la segunda factibilidad analizada, las antenas tanto de recepción como de transmisión deben tener polarizaciones diferentes para evitar la interferencia, de las señal actuantes en el sistema.

- Desde 1945 la televisión ha venido desarrollándose desde la blanco y negro hasta el sistema NTSC (color); la señal de televisión consiste de dos portadoras separadas la una de audio y la otra de vídeo, para la información de sonido se emplea FM y no AM, porque la primera tiene inmunidad al ruido e interferencia y requiere menor potencia para su transmisión; En cambio

para la información de imagen se usa AM porque permite la recepción de camino múltiple de la señal transmitida.

- Las diferentes televisoras asentadas en el país poseen canales para poder transmitir al aire su señal, canales otorgados por la Superintendencia de Telecomunicaciones, por lo que estos están protegidos hasta un determinado valor de campo eléctrico. La interferencia debe evitarse por lo que el traslado de frecuencias en algunos casos se hace necesario, para no tener el mismo canal de transmisión de la diferentes televisoras en una determinada zona.

- El análisis de costos va enfocado a tener una idea clara de los valores de los equipos y elementos necesarios para la implementación de la matriz de televisión y no como una elección de la menos costosa. Los valores tanto de torres, casetas, equipo de baterías (fuente de energía), no están incluidos ya que se aspiraría a la utilización de la infraestructura de Andinatel asentada en el sector.

- Entre las dos factibilidades existe una diferencia muy pronunciada respecto a costos, el sistema de microondas ofrece niveles de señal adecuados para el servicio, en cambio el repectidor activo, nos da parámetros que cumplen con llegar con la señal al sector, pero con niveles bastante atenuados, ya que la ubicación del sistema se encuentra a 15 Km. de La Carolina.

- Queda planteado la necesidad de trasladar la señal de frecuencia en el rango de 88 a 108 MHz para frecuencia modulada, y 530 a 1600 KHz en amplitud modulada; para dar servicio de radiodifusión en el sector.

Bibliografía

- Instituto Nacional de Estadística y Censos, Análisis de los resultados definitivos del V Censo de población y IV de vivienda (provincias de Imbabura y Carchi), Quito, 1992.
- William H. Hayt, Jr., Teoría Electromagnética, Mc Graw-Hill Interamericana de México S.A., Quinta Edición, 1991.
- Edward C. Jordan, Keith G. Balmain, Ondas Electromagnéticas y Sistemas Radiantes, Prentice-Hall, Segunda Edición, 1968.
- David K., Cheng, Fundamentos de Electromagnetismo para Ingeniería, Addison-Wesley Iberoamericana, EEUU, 1993.
- Carl, T.A. Johnk, Teoría Electromagnética Campos y Ondas, Limusa, México, 1994.
- Guilbert, Ch., La Práctica de Antenas, Marcombo, Barcelona-España, 1976.
- A. Bruce, Carlson, Sistema de Comunicación, Mc Graw-Hill, México. 1980.
- Bernard, Grob, Televisión Práctica y Sistemas de Vídeo, Alfaomega Marcombo S.A., España, 1990.
- Comité Consultivo Internacional De Radiocomunicación, Unión Internacional de Telecomunicaciones, Sistemas de Antenas de Radiodifusión, Ginebra, 1988.
- Salmeron, Ma.José, Líneas de Transmisión, Guías de Onda y Fibras Ópticas, Trillas México, 1990.
- Krauss, John D., Antennas, Mc Graw-Hill, Estados Unidos de América, 1988.

- Mileaf, Harry, Curso práctico de electrónica, Limusa, México, Tomo I , 1981.
- Giordano, Alberto, Curso básico de antenas, con antenas para televisión color y UHF, Glem, Buenos Aires, Cuarta Edición, 1975.
- Gill, Gualter, Todo sobre antenas de televisión, Paraninfo, Madrid, 1977.
- Tomasi, Wayne, Sistemas de comunicación electrónicos, Prentice Hall, México, 1996.
- Electrical Engineers' Handbook, Pender & McIlwain.
- Perez, Tania, Curso de Televisión, Quito, 1983.
- Tomasi W., Sistemas de Comunicaciones Electrónicas (segunda edición), Prentice Hall 1996.
- Carr J., Practical Antenna Handbook, McGraw-Hill, Second Edition 1994.
- Cheng D., Fundamentals of Engineering Electromagnetics, Addison-Wesley, 1993.
- Hooton H., Antenas para Radioaficionados, Arbó, 1980.
- Van Duuren J., Fixed and Mobile Telecommunications (second edition), Addison Wesley, 1996.
- Enciclopedia de la Electronica, Ingeniería y Tecnica, *C. Belove*.
- Boletines de Radio de Internet.

Listado de gráficos

- 2.1 Onda viajera en el espacio libre.
- 2.2 Caminos de propagación.
- 2.3 Alcance máximo de la onda directa.
- 2.4 Curvatura real de la tierra.
- 2.5 Criterio Rayleigh respecto a la rugosidad del terreno.
- 2.6 Perfil de presupuesto de pérdidas y ganancias.
- 2.7 Elementos actuantes en la propagación.
- 2.8 a) Diversidad de espacio una sola frecuencia.
b) Diversidad de frecuencia dos frecuencias.
- 2.9 Diversidad de espacio
- 2.10 Zonas del radio de Fresnel.
- 2.11 Ondas en la línea de transmisión (antena).
- 2.12 Lóbulos de radiación con variación de longitud.
- 2.13 Lóbulo de radiación en tres dimensiones.
- 2.14 Lóbulos de radiación en dos dimensiones (antena logarítmica).
- 2.15 Frente de onda plano, superficies regulares.
- 2.16 Tipos de parábolas.
- 2.17 Características básicas de una parábola, fuente isotrópica de radiación.
- 2.18 Lóbulo de radiación de un reflector parabólico.
- 2.19 Fuente primaria de iluminación con igual diámetro, y diferentes distancias focales.
- 2.20 Formas de iluminación.
- 2.21 Angulos de media potencia en el plano x y z.
- 2.22 Paneles de dipolos típicos en las bandas I, III, IV, y V.
- 2.23 Antena de TV Universal (canal 2 al 13).
- 2.24 Antena de alta ganancia (señales extremadamente débiles).
- 2.25 Antena Universal para recepción en UHF (canales 14 al 83).
- 2.26 Elementos activos y parásitos en una antena yagi.
- 2.27 a) Parámetros de diseño x y y con la relación $x + y = \lambda/4$.
b) Dimensión óptima para ganancia de una antena yagi de 3 elementos.

Listado de tablas

- 2.1 Sub-bandas en las que se divide la banda.
- 2.2 Relación entre la Confiabilidad el el tiempo fuera.

- 3.1 Sistema NTSC, exceptuando Argentina y Brasil.
- 3.2 Bandas de difusión para televisión.
- 3.3 Niveles de campo según la banda.
- 3.4 Canalización de las bandas de frecuencia.
- 3.5 Distancias mínimas referenciales entre estaciones.
- 3.6 Valores de intensidad de campo a proteger.

- 4.1 Estaciones transmisoras de televisión (existentes y propuestas).
- 4.2 Parámetros de alturas y ángulos de máxima radiación para los enlaces.
- 4.3 Características técnicas de las parabólicas.
- 4.4 Datos técnicos preliminares del sistema radiante.
- 4.5 Niveles de intensidad de campo medios por sistema ICS-Telecom (Santa Lucia).
- 4.6 Datos (básico-técnicos) del sistema radiante (Segunda Factibilidad).
- 4.7 Estaciones repetidoras, potencias, sistema radiante, existentes y propuestas, áreas de cobertura primaria.

ANEXO 1

Diagrama de bloques Transmisor de televisión
Diagrama de bloques Receptor de televisión a color

Requisitos para obtener la autorización de la concesión
de frecuencia para el servicio de televisión abierta

Diagrama de bloques de un TRANSMISOR y un RECEPTOR de televisión

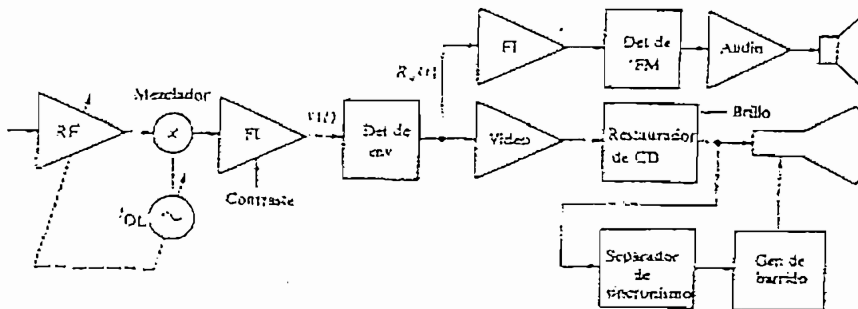
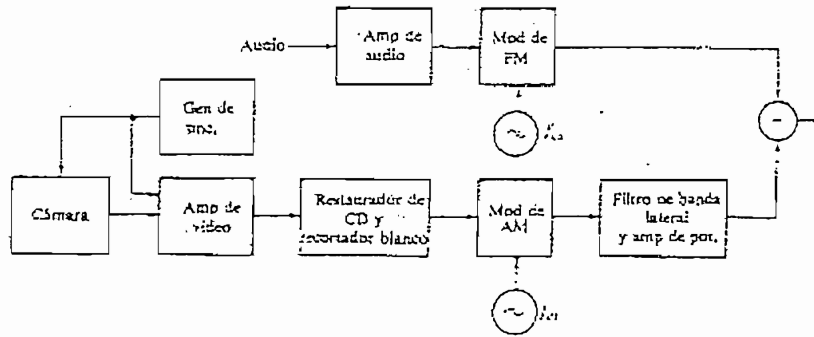
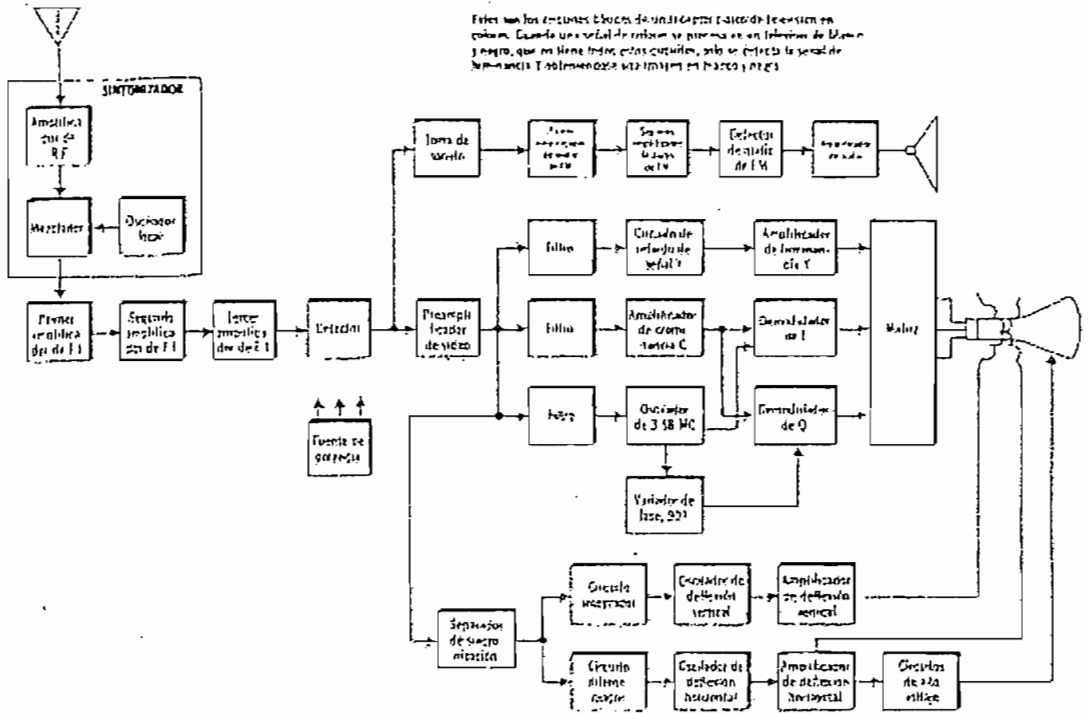
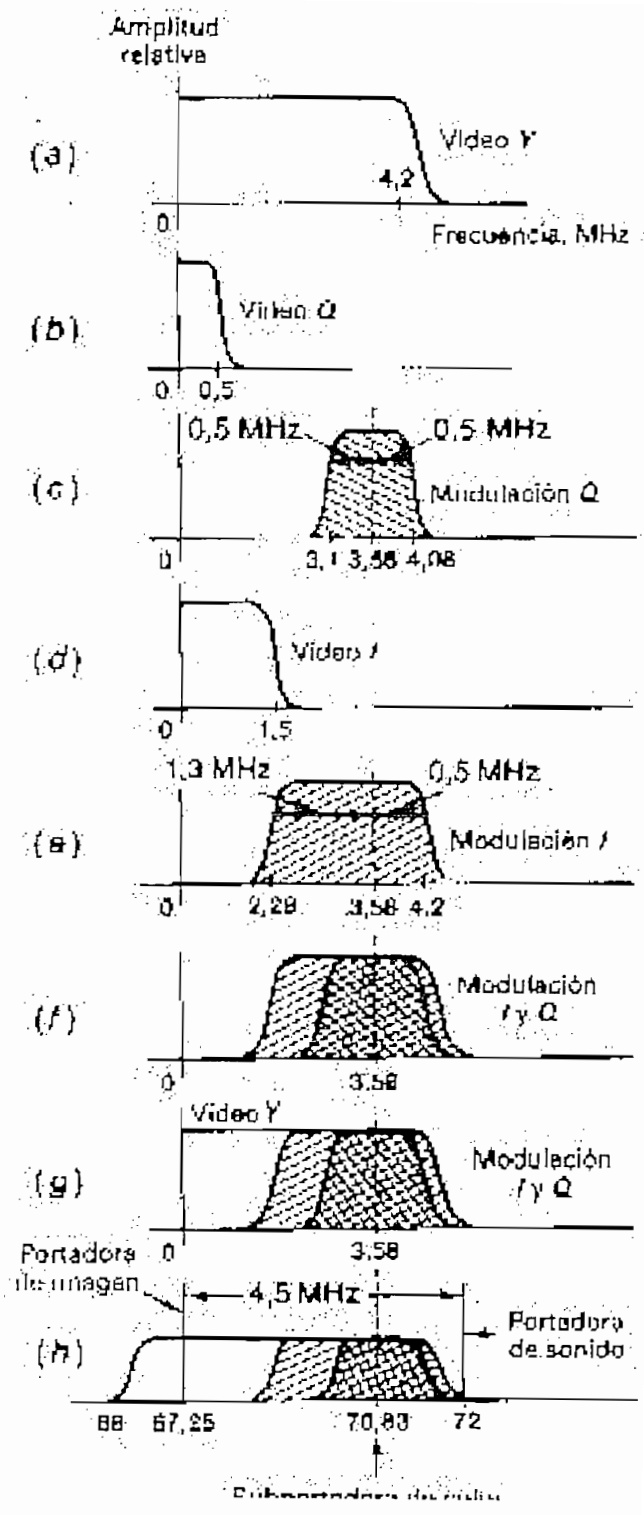


Diagrama de bloques de un RECEPTOR de televisión a color





FORMULARIO 02

REQUISITOS PARA OBTENER LA AUTORIZACIÓN DE LA CONCESIÓN DE FRECUENCIAS PARA EL SERVICIO DE TELEVISION ABIERTA

1. Solicitud escrita dirigida al CONARTEL.
2. Certificado de Idoneidad otorgado por el Comando Conjunto de las FF.AA.
3. Fotocopia de la cédula de ciudadanía y certificado de votación de la persona natural o del representante legal de la persona jurídica.
4. Partida de nacimiento del solicitante y del cónyuge.
5. Declaración juramentada y legalizada por un Notario o Juez de lo Civil, de la cual conste la declaración del solicitante, de no encontrarse incurso en ninguna de las limitaciones establecidas por la Ley de Radiodifusión y Televisión, respecto del número de estaciones de las que puede ser concesionario.
6. Curriculum vitae, para el caso de persona natural.
7. Dos certificados bancarios que acrediten la solvencia económica del solicitante.
8. Nombre propuesto para la estación o sistema a instalarse.
9. Clase de estación o sistema de estación privado o de servicio público.
10. Banda de frecuencias: Televisión VHF o UHF.
11. Estudio técnico de Ingeniería suscrito por un ingeniero en Electrónica o Telecomunicaciones, colegiado y registrado en el respectivo Colegio Profesional.
12. Ubicación y Potencia de la estación o estaciones.
13. Horario de trabajo
14. Estudio de Factibilidad

15. Estructura orgánica funcional de la estación.

“Ninguna persona natural o jurídica podrá obtener, directa o indirectamente la concesión en cada provincia de más de un canal de onda media, uno de frecuencia modulada y uno en cada una de las nuevas bandas que se crearen en el futuro; ni de más de un canal para zona tropical en todo el país y un sistema de televisión en la República”.

La persona jurídica, además de lo indicado anteriormente, debe presentar los documentos que acrediten sus existencia legal y el nombramiento del representante legal. Las Compañías, Corporaciones o Fundaciones deben adjuntar las partidas de nacimiento de los socios o miembros y el certificado de porcentaje de inversión extranjera otorgado por la Superintendencia de Compañías, que no excederá del 25%.

NOTA: En el caso de que la solicitud sea acogida y de que técnicamente exista disponibilidad de frecuencias, el interesado deberá presentar y cumplir los demás requisitos que de conformidad con la Ley de Radiodifusión y Televisión, su Reforma y Reglamento, le sean solicitados.

Los requisitos y documentos antes descritos y enumerados, serán presentados por duplicado en original y fotocopia.

ANEXO 2

Datos técnicos de las estaciones de televisión
Mapas de cobertura primaria

TELECENTRO
GAMAVISION
ECUAVISA
TELESISTEMA
TELEAMAZONAS

Este canal tiene su estudio principal en la ciudad de Guayaquil, siendo su principal punto de salida al país el Cerro Gatazo¹; entre sus principales enlaces tenemos ver figura 4.1.

Repetidor Cerro Blanco (canal 7)

• Ubicación

En el Cerro Blanco a 10 Km. al Oeste de Oravalo con las siguientes coordenadas geográficas:

LONGITUD: 78° 20' 08"

LATITUD: 0° 12' 47" Norte

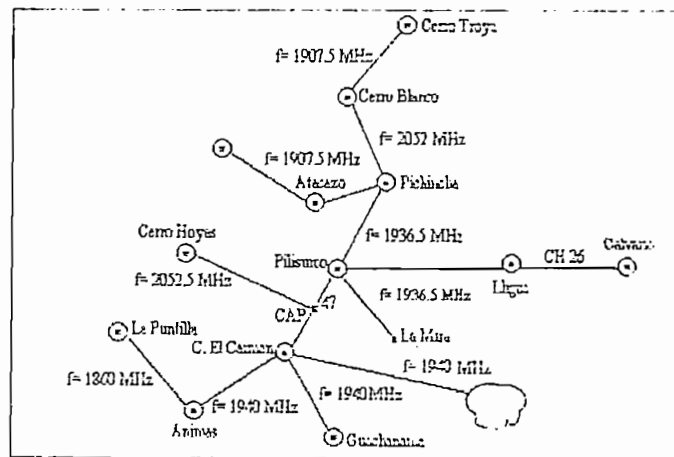


Fig. 4.1. Enlace de radiofrecuencia territorio ecuatoriano (Telecentro)

• Altura S.N.M.

TERRENO: 3450 m.

ANTENAS: 3486 m.

¹ Altura de 80 m S.N.M., sus coordenadas son: longitud 79° 52' 43" y una latitud 2° 10' 38" Sur.

- **Potencia de transmisión: 1000 W**

Con esta potencia y las antenas propuestas se tiene una intensidad de campo (mediana en mV/m eficaces, a 10m de altura en puntos con línea de vista) de 100mV/m en Otavalo, 75 mV/m en Cotacachi, 31 mV/m en Ibarra.

- **Area de cobertura**

En Ibarra, Otavalo, Cotacachi y lugares aledaños.

- **Características básicas del equipo**

Se tiene un trasladador de estado sólido marca ITELCO modelo T313, salida canal 7 éste trasladador estará seguido de un amplificador.

- **Tipo de antenas**

En la transmisión se usa un arreglo de 4 antenas diédricas de construcción nacional con una ganancia total de 14 dB, impedancia de alimentación del arreglo 50 ohm, capacidad para 300 W, polarización horizontal, acimut de máxima radiación 80°, inclinación de -2.5°.

- **Forma de recepción de la señal**

Recibe la señal proveniente del repetidor de TELECENTRO ubicado en el Pichincha² por medio de un enlace de microondas con una frecuencia de 2052 MHz, distancia del enlace 46.5 Km.

- **Frecuencia de transmisión**

En el sector se utiliza para la transmisión (difusión televisiva) un canal de VHF, el cual se encuentra ubicado en el número 7 (174-180 MHz), es decir en la banda III.

² Altura S.N.M. 3700m. Coordenadas geográficas: longitud 78° 30' 58", latitud 00° 10' 8" Norte

Repetidor Cerro Troya (canal 8)

- **Ubicación**

En el Cerro Troya con las siguientes coordenadas geográficas:

LONGITUD: 77° 42' 46"

LATITUD: 00° 39' 40" Norte

- **Altura S.N.M.**

TERRENO: 3420 m.

ANTENAS: 3455 m.

- **Potencia de transmisión**

Con una potencia de 1 Kw pico sincrónica de vídeo, 100 w de audio y las antenas propuestas se tiene una intensidad de campo (mediana en mV/m eficaces, a 10m de altura, en puntos con línea de vista) de 70mV/m en Tulcán, 12.5mV/m en Ipiales, 79.432mV/m en Julio Andrade, 32mV/m en San Gabriel.

- **Área de cobertura**

Las poblaciones de Tufiño, San Nicolás, Ipiales y lugares aledaños como se muestran en los mapas de cobertura.

- **Características básicas del equipo**

Se tiene un trasladador de estado sólido marca ITELCO modelo T313, salida canal 8 éste trasladador estará seguido de un amplificador.

- **Tipo de antenas**

En la transmisión se usa un arreglo de 4 antenas diédricas de construcción nacional con una ganancia total de 14 dB, impedancia de alimentación del arreglo 50 ohms, Polarización horizontal, acimut de 355°, inclinación de -2°.

- **Forma de recepción de la señal**

Se recibirá la señal proveniente del Cerro Blanco por medio de un enlace de microondas a una frecuencia de 1936.5 MHz.

- **Frecuencia de transmisión**

Se utiliza un canal de VHF para la transmisión, canal 8 (180-186 MHz) es decir trabaja en la banda III.

Repetidor Cerro Bolívar (canal 13)

- **Ubicación**

En el Cerro Bolívar a 2 Km. al Norte de El Juncal con las siguientes coordenadas geográficas:

LONGITUD: 77° 53' 55"

LATITUD: 00° 29' 11" Norte

- **Altura S.N.M.**

TERRENO: 2500 m.

ANTENAS: 2518 m.

- **Potencia de transmisión**

Con una potencia de 1 Kw pico sincrónica de vídeo, 100 w de audio y las antenas propuestas se tiene una intensidad de campo (mediana en mV/m eficaces, a 10m de altura, en puntos con línea de vista) de 50mV/m en Los Andes, 0.8mV/m en Bolívar, 17mV/m en Pimampiro, 18mV/m en Pusir.

- **Arca de cobertura**

Las poblaciones de San Vicente de Pusir, Mira, Pimampiro, El Juncal y lugares aledaños los mapas.

- **Características básicas del equipo**

Se tiene un demodulador del canal 7 de Cerro Blanco, trasladador de estado sólido marca PIHER modelo TR1806, salida canal 13 éste trasladador está seguido de un amplificador.

- **Tipo de antenas**

En la transmisión se usa un arreglo de 2 antenas diédricas de construcción nacional con una ganancia total de 14 dB, impedancia de alimentación del arreglo 50 ohms, polarización horizontal, acimut de 205°, inclinación de -2.5°.

- **Forma de recepción de la señal**

Se recibirá la señal proveniente del repetidor de Cerro Blanco canal 7, por medio de una antena yagi de 12 dB de ganancia.

- **Frecuencia de transmisión**

En el sector se utiliza un canal de VHF, canal 13 (210-216MHz). encontrándose ubicado en la banda III.

Su estudio principal está localizado en la ciudad de Quito, su cobertura a nivel del norte del país se resume en la gráfica 4.2.

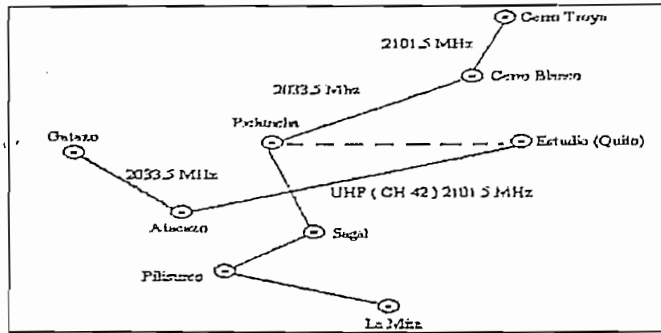


Fig.4.2. Enlace de macroredes zona norte de Ecuador (Granvisión)

Repetidor Cerro Blanco (canal 5)

- **Ubicación**

En el Cerro Blanco a 10 Km al Oeste de Otavalo con las siguientes coordenadas geográficas:

LONGITUD: 78° 20' 08"

LATITUD: 0° 12' 47" Norte

- **Altura S.N.M.**

TERRENO: 3450 m

ANTENAS: 3462 m

- **Potencia de transmisión**

Se ha utilizado una potencia de salida de 1 Kw y con las antenas propuestas se tiene una intensidad de campo (mediana en mV/m eficaces, a 10m de altura, en puntos con línea de vista) de 100mV/m en Otavalo, 75mV/m en Cotacachi, 30mV/m en Ibarra.

LATITUD: 00° 39' 40" Norte

- Altura S.N.M.

TERRENO: 3420 m.

ANTENAS: 3432 m.

- Potencia de transmisión

Con una potencia de 1 Kw pico sincrónica de vídeo, 100 w de audio y las antenas propuestas se tiene una intensidad de campo (mediana en mV/m eficaces, a 10m de altura, en puntos con línea de vista) de 71mV/m en Eugenio Espejo, 32mV/m en Tulcán.

- Área de cobertura

Las poblaciones de Tulcán, Ipiales y lugares aledaños.

- Características básicas del equipo

Se tiene un trasladador de estado sólido marca ITELCO modelo MPTV500, salida canal 13 éste trasladador estará seguido de un amplificador.

- Tipo de antenas

En la transmisión se utiliza un arreglo de 4 diédros de construcción nacional con una ganancia total de 16 dB, impedancia de alimentación del arreglo 50 ohms, polarización horizontal, acimut de máxima radiación 355°, inclinación de -2°.

- Forma de recepción de la señal

Se recibirá la señal proveniente del Cerro Blanco con una microondas (parabólica de 10 pies. con ganancia de 32.8 dB) a una frecuencia de 2101.5 MHz .

- Frecuencia de transmisión

Rango de VHF para la transmisión, canal 13 (210-216 MHz) éste trabaja en la banda III.

ECUAVISA (Características técnicas)

Televisora Nacional Telenacional C.A. tiene su estudio en la ciudad de Quito.

Su cobertura para la zona central y norte del país se resume en la figura 4.3 en la cual tenemos la respectiva distancia y frecuencia de trabajo de cada enlace.

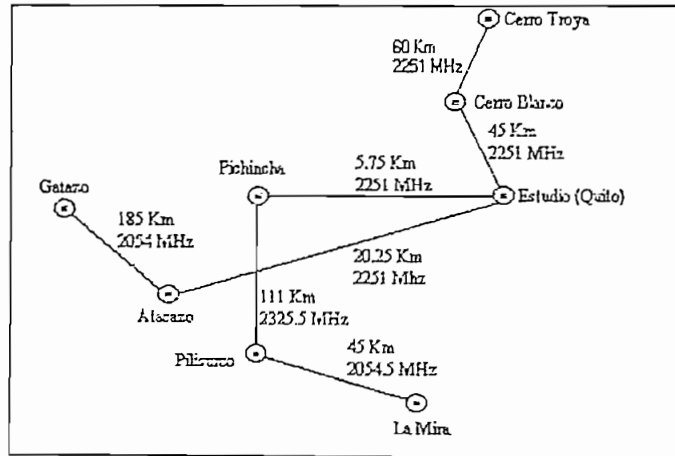


Fig. 4.3. Enlaces de microonda zona norte de Ecuador (Televisora Nacional Ecuador).

Repetidor Cerro Blanco (canal 11)

- Ubicación

En el Cerro Blanco al Oeste de Otavalo con las siguientes coordenadas geográficas:

LONGITUD: 78° 23' 52"

LATITUD: 0° 15' 53" Norte

- Altura S.N.M.

TERRENO: 3450 m.

ANTENAS: 3468 m.

- **Potencia de transmisión**

Se ha utilizado una potencia de salida de 500 W y con las antenas propuestas se tiene una intensidad de campo (mediana en mV/m eficaces, a 10m de altura, en puntos con línea de vista) de 71mV/m en Eugenio Espejo, 105mV/m en Otavalo, V/m en Ibarra.

- **Area de cobertura**

Las poblaciones de Ibarra, Otavalo, Cotacachi, San Pablo, y lugares aledaños como se muestra en un mapa adjunto en el Anexo 2.

- **Características básicas del equipo**

Se tiene un trasladador de estado sólido marca ITELCO modelo MPTV 500/T-V, salida canal 11.

- **Tipo de antenas**

En la transmisión se utiliza un arreglo de 4 diedros de construcción nacional con una ganancia total de 16 dB, impedancia de alimentación del arreglo 50 ohms, polarización horizontal, el acimut de máxima radiación es de 80°, inclinación de -2.5°, relación SWR menor de 1.13.

- **Forma de recepción de la señal**

Se recibirá la señal desde el estudio principal localizado en la ciudad de Quito a 45 Km. de Cerro Blanco, por medio de un enlace de microondas a una frecuencia de 2251.5 MHz.

- **Frecuencia de transmisión**

Utiliza un canal de VHF para la transmisión, canal 11 (198-204 MHz) dicha transmisión se encuentra en la banda III.

Repetidor Cerro Troya (canal 6)

- **Ubicación**

En el Cerro Troya con las siguientes coordenadas geográficas:

LONGITUD: 77° 42' 46"

LATITUD: 00° 39' 40" Norte

- **Altura S.N.M.**

TERRENO: 3490 m.

ANTENAS: 3502 m.

- **Potencia de transmisión**

El transmisor tiene una potencia de 500 W pico sincrónica de vídeo, 100 w de audio y las antenas propuestas se tiene una intensidad de campo (mediana en mV/m eficaces, a 10m de altura, en puntos con línea de vista) de 100 mV/m en Julio Andrade, 33mV/m Tulcán.

- **Area de cobertura**

En Tulcán, Ipiales y lugares aledaños.

- **Características del equipo**

El transmisor utiliza un equipo marca EMCEE modelo TV-1-V. con un trasladador de estado

sólido marca ITELCO modelo L31, entrada canal 11 y salida canal 6 éste trasladador estará seguido de un amplificador.

- **Tipo de antenas**

En la transmisión se usa un arreglo de 4 antenas diédricas de construcción nacional con una ganancia total de 11 dB, impedancia de alimentación del arreglo 50 ohms, polarización horizontal, acimut de máxima radiación 355° (lpiales), inclinación de -4° .

- **Forma de recepción de la señal**

Se recibirá la señal proveniente del Cerro Blanco (señal difundida en el canal 11), para su posterior traslado de canal, con la ayuda de una antena yagi de 12 dB de ganancia.

- **Frecuencia de transmisión**

Utiliza un canal de VHF (banda I) para la transmisión canal 6 (82-88 MHz).

TELESISTEMA (Características técnicas)

Repetidor Cerro Blanco (canal 3)

- **Ubicación**

En el Cerro Blanco con las siguientes coordenadas geográficas:

LONGITUD: $78^\circ 20' 08''$

LATITUD: $0^\circ 12' 47''$ N.

- **Altura S.N.M.**

TERRENO: 3450 m.

ANTENAS: 3468 m.

- **Potencia de transmisión**

Se ha utilizado una potencia de salida de 1 Kw y con las antenas propuestas se tiene una intensidad de campo (mediana en mV/m eficaces, a 10m de altura, en puntos con línea de vista) de 110 mV/m en Otavalo, 79mV/m en Cotacachi, 50 mV/m en San Pablo, 32 mV/m en Ibarra.

- **Area de cobertura**

En de Ibarra, Otavalo, y lugares aledaños.

- **Características del equipo**

Se tiene un transmisor marca ITELCO modelo MPTV 1000/T-1 de 1000 w de pico de sincronismo, el cual consta de un modulador a FI modelo MBG-03, un trasladador de FI a banda I con una potencia a la salida de 20 watts el cual excita al amplificador de salida, todo el transmisor es completamente en estado sólido, salida canal 3.

- **Tipo de antenas**

En la transmisión se utiliza un arreglo de 2 antenas diédricas de construcción nacional con una ganancia total de 14 dB, impedancia del arreglo 50 ohms, la relación onda estacionaria será menor que 1.15, polarización horizontal, el acimut de radiación es de 62°, inclinación de -2.5°.

- **Forma de recepción de la señal**

Se recibirá la señal desde el Cerro Pichincha con un enlace de microondas hasta Cerro Blanco.

- **Frecuencia de transmisión**

Utiliza un canal de VHF para la transmisión, canal 3 (60-66 MHz) el cual trabaja en la banda I.

Repetidor Cerro Troya (canal 2)

- **Ubicación**

En el Cerro Troya con las siguientes coordenadas geográficas:

LONGITUD: 77° 43' 26"

LATITUD: 00° 39' 20" N.

- **Altura S.N.M.**

TERRENO: 3170 m

ANTENAS: 3188 m

- **Potencia de transmisión**

Utiliza una potencia para transmisión de 1 Kw pico sincrónica de vídeo, y con la antena propuesta se obtiene una intensidad de campo (mediana en mV/m eficaces, a 10m de altura, en puntos con línea de vista) de 90mV/m en Julio Andrade, 35mV/m en Tulcán.

- **Area de cobertura**

Las poblaciones de Tulcán, Ipiales y lugares aledaños.

- **Características básicas del equipo**

Transmisor marca FLECO modelo MPTV 1000 TV de 1000w de potencia de salida el equipo en estado sólido y está compuesto por un modulador de 10w de potencia el cual excita a 4 amplificadores de 250w cada uno, que son sumados para obtener la potencia nominal a la salida, éste transmisor dúplex audio y vídeo exteriormente.

- **Tipo de antenas**

Arreglo de 4 antenas diédricas de construcción nacional, dirigidas hacia Tulcán con una ganancia total de 14 dB, impedancia de alimentación del arreglo 50 ohms, polarización horizontal, las antenas se alimentan mediante un distribuidor de potencia de una entrada y 4 salidas simétricas de 50 ohms cada una, acimut de máxima radiación 354° , inclinación de -2° .

- **Forma de recepción de la señal**

Se recibirá la señal proveniente del Cerro Blanco por medio de un enlace de microondas.

- **Frecuencia de transmisión**

Utiliza un canal de VHF para la transmisión, canal 2 (54-60 MHz) en la banda I.

TELEAMAZONAS (Características técnicas)

Teleamazonas tiene en estos momentos la cadena de repetidoras más grande del país llegando incluso a dar servicio televisivo a casi toda la zona Oriental del país. Su estudio principal se localiza en la ciudad de Quito.

Repetidor Cerro Blanco (canal 13)

- **Localización**

En el Cerro Blanco con las siguientes coordenadas geográficas:

LONGITUD: $78^\circ 20' 08''$

LATITUD: $0^\circ 12' 47''$ N.

- **Altura S.N.M.**

TERRENO: 3450 m

ANTENAS: 3474 m

- **Equipo transmisor**

Transmisor marca ITELCO modelo MPTV-500/T-III, con una potencia de salida de 200 W además con las antenas propuestas se tiene una intensidad de campo (mediana en mV/m eficaces, a 10m de altura, en puntos con línea de vista) de 32mV/m en Ibarra, 110mV/m en Otavalo, 50mV/m en San Pablo, 80mV/m en Cotacachi.

- **Cobertura**

Las poblaciones de Ibarra, Otavalo, Cotacachi.

- **Características básicas del equipo**

Con el equipo transmisor anteriormente expuesto, se tiene un trasladador de estado sólido marca EMCEE modelo TV-10c-V, salida canal 13 éste trasladador estará seguido de un amplificador marca ECUATRONIX modelo TV-200.

- **Tipo de antenas**

En la transmisión se usa un arreglo de 4 antenas diédricas de construcción nacional con una ganancia total de 16 dB, impedancia de alimentación del arreglo 50 ohms, polarización horizontal, acimut de máxima radiación 80° , inclinación de -2° .

- **Recepción de la señal**

Se recibirá la señal proveniente del repetidor de Teleamazonas ubicado en el Pichíncha, por medio de un enlace de microondas.

- **Frecuencia de transmisión**

Utiliza un canal de VHF para la transmisión, canal 13 (210-216 MHz) el cual se encuentra en la banda III.

Repetidor: Cerro Troya (canal 10)

- **Localización**

En el Cerro Troya con las siguientes coordenadas geográficas:

LONGITUD: 77° 42' 46"

LATITUD: 00° 39' 40" N.

- **Altura S.N.M.**

TERRENO: 3420 m.

ANTENAS: 3432 m.

- **Equipo transmisor**

Para la transmisión se utiliza un equipo transmisor de una potencia de 100 W y con las antenas propuestas se tiene una intensidad de campo (mediana en mV/m eficaces, a 10m de altura en puntos con línea de vista) de 35mV/m en Tulcán, 80mV/m en Julio Andrade, 15mV/m en San Gabriel.

- **Cobertura**

Las poblaciones de Tulcán, Ipiales y lugares aledaños.

- **Características del equipo**

Se tiene un trasladador de estado sólido marca EMCEE modelo TV-100, salida canal 10 él

- **Potencia de transmisión: (25 W)**

Con esta potencia y las antenas propuestas se tendrá una intensidad de campo (mediana en mV/m eficaces, a 10m de altura, en puntos con línea de vista) de 35 mV/m en el Juncal y 18 mV/m en Pimampiro.

- **Area de cobertura**

Las poblaciones de Pimampiro, El Juncal, el Chota y lugares aledaños como se muestran en un mapa adjunto que se halla en el Anexo 2.

- **Características básicas del equipo**

Se tiene un trasladador marca TRIPLE CROWN ELECTRONICS, modelo TSP-W, totalmente en estado sólido, entrada canal 13 y salida canal 8, éste trasladador está seguido de un amplificador TV-25WT marca ECUATRONIX, de 25W de pico de sincronismo, totalmente en estado sólido.

- **Tipo de antenas**

Para la recepción se utiliza una antena yagi de 8 elementos con una ganancia de 12 dB, impedancia de alimentación de 50 ohms, ancho del lóbulo principal entre puntos de -3dB de 40°.

En la transmisión se usa un arreglo de 2 antenas diédricas con una ganancia total de 8 dB, impedancia de alimentación del arreglo 50 ohms, capacidad para 300W, polarización horizontal.

- **Forma de recepción de la señal**

La señal proveniente del repetidor de Teleamazonas ubicado en Cerro Blanco canal 13.

- **Frecuencia de transmisión**

Utiliza un canal de VHF para la transmisión, canal 8 (180-186 MHz) en la banda III.

REPETIDORA

CERRO BLANCO

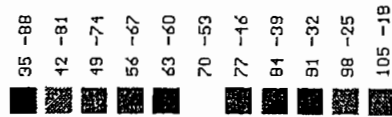
CANAL 11

<198-204 MHz>

Threshold : 35

DTM step : 100 Hz

F.S. unit : dBµV/m / dBm



TELECUATRO

REPETIDOR

CERRO

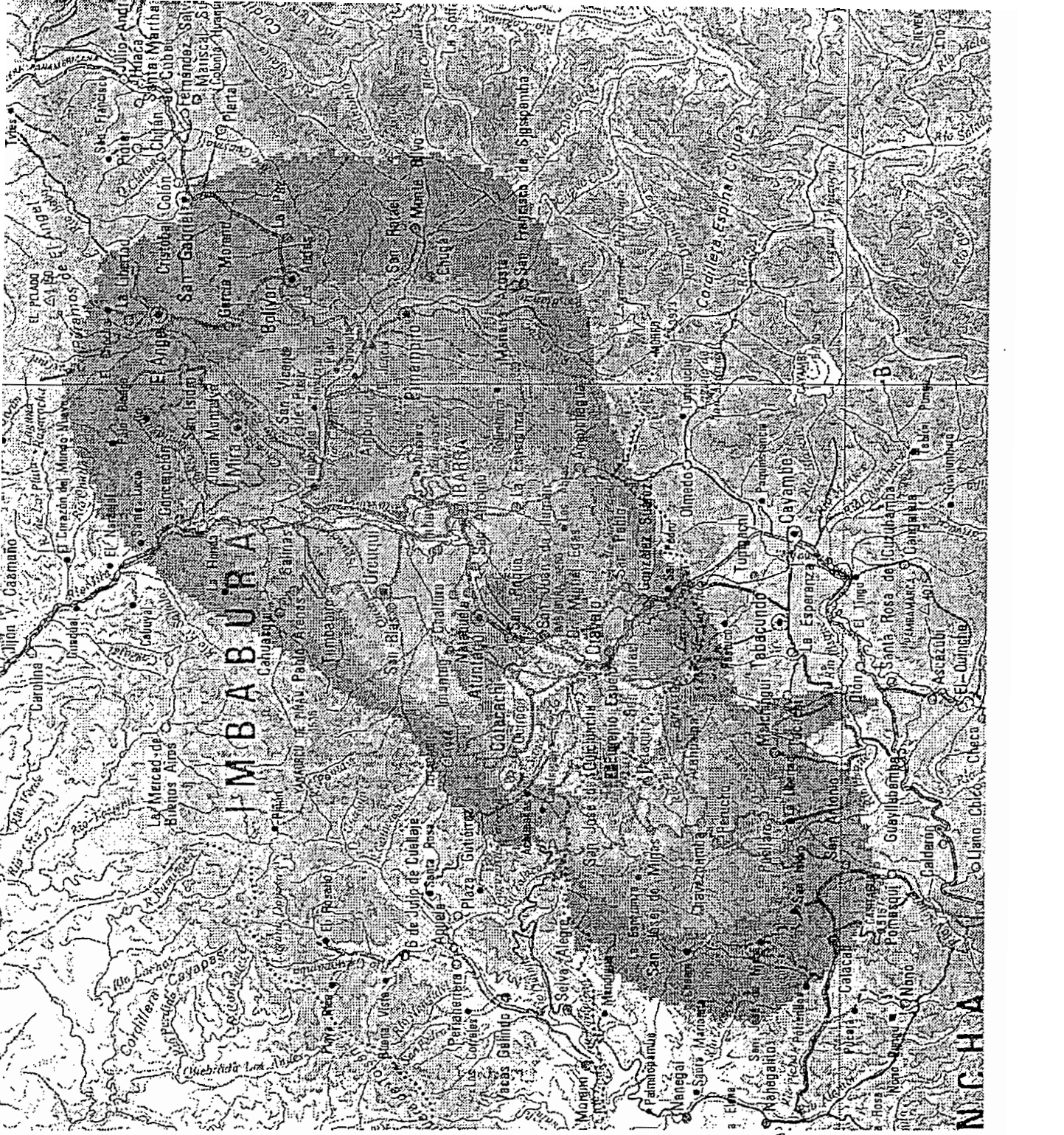
BLANCO

CANAL 3

<60-66 MHz>



01 - REPETIDORA CERRO BLANCO



NICHA

REPETIDORA

CERRO BLANCO

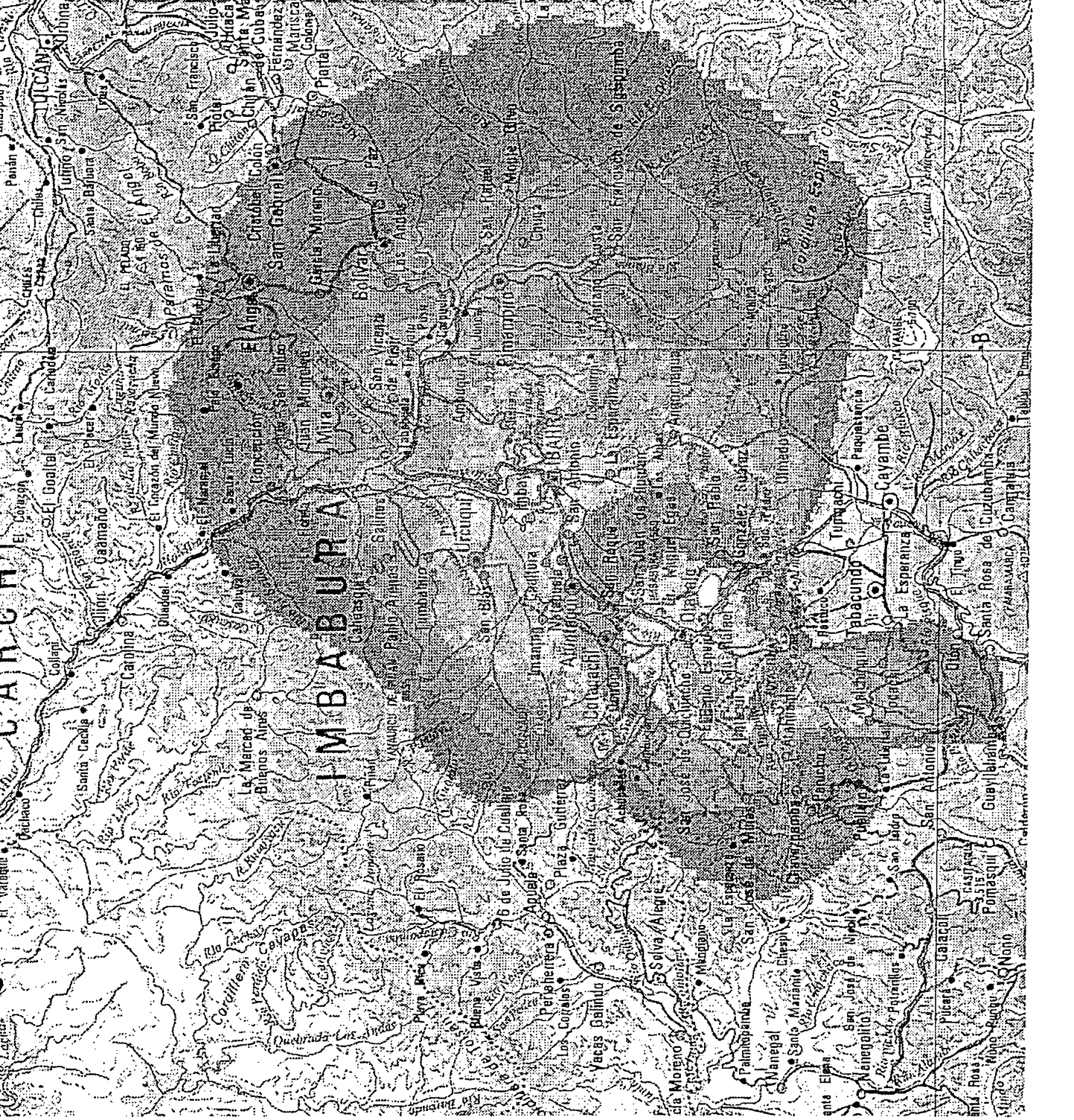
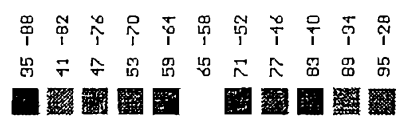
CANAL 13

(210-216 MHz)

Threshold : 35

DTM step : 100 n

F.S. unit : dBµV/m / dBn





TELECENTRO

REPETIDORA

CERRO TROYA

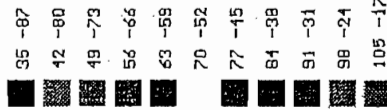
CANAL 8

(180-186 MHz)

Threshold : 35

DTH step : 100 m

F.S. unit : dBμV/m / dBm



CONVERSION

REPETIDORA

CERRO TROYA

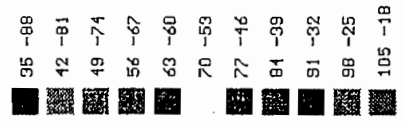
CANAL 13

<210-216 MHz>

Threshold : 35

DTM step : 100 m

F.S. unit : dBµV/m / dBm



TELESISTEMA

REPETIDORA

CERRO TROYA

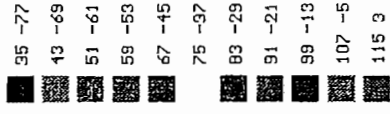
CANAL 2

(51-60 MHz)

Threshold : 35

DTM step : 100 M

F.S. unit : dBµV/m / dBm



REPETIDORA

CERRO TROYA

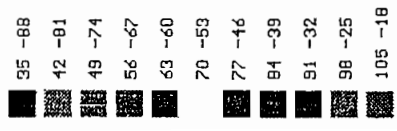
CANAL 10

(192-198 MHz)

Threshold : 35

DTM step : 100 m

F.S. unit : dBµV/m / dBm



TELECENTRO

REPETIDORA

PITAMPITO

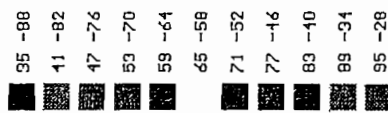
CERRO BOLIVAR

CANAL 13

<210-216 MHz>

Threshold : 35

DTM step : 100 n





TELECAMAZONA

REPETIDORA

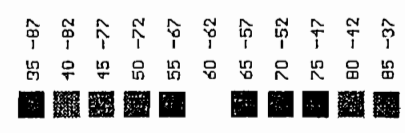
PIMAMPIRO

CERRO

LA CABRA

CANAL 8

<100-106 MHz>



ANEXO 3

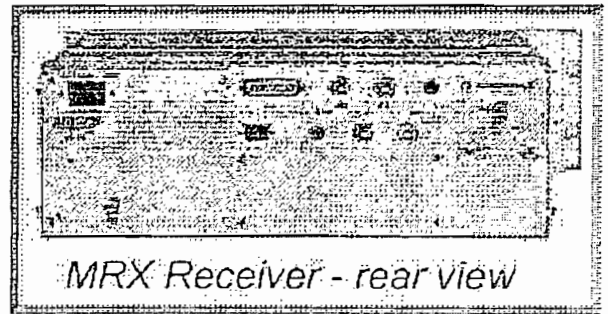
Información técnica de los equipos de microondas

PRIMERA FACTIBILIDAD

	Company Profile				NEWS PRESS RELEASES
	High Power TV	Low Power TV	FM Broadcast	Digital Audio Broadcast	Microwave Links
Overview	Digital	Portable	Description	Specifications	Design Guides
		General	Transmitter	Receiver	Hot Standby Switch

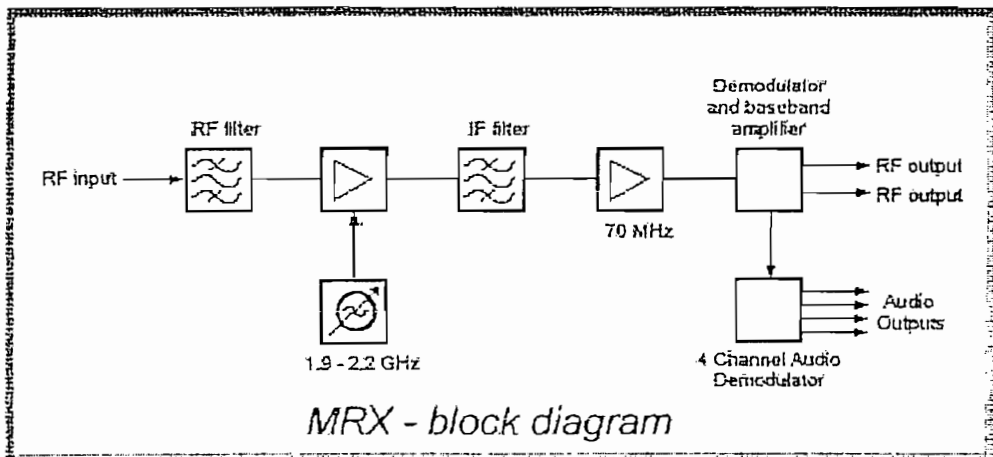
MRX Series Receiver Description

The MRX series receiver filters, amplifies, and demodulate the microwave signal to provide two composite video output and a maximum of four FM audio channels. The video output is a 1 volt peak-to-peak signal and an optional video clamp is available.



The microwave carrier signal from the antenna is feed through the preselector filter to the down-converter. The down-converter has a GaAs low-noise Fet amplifier in the front end to improve the noise figure. The down-conversion is accomplished by mixing the signal from the local oscillator to produce a 70 MHz intermediate frequency signal. The MRX series local oscillator uses a precision crystal controlled, phase locked loop (PLL).

The 70 MHz IF signal from the down-converter is fed to the IF amplifier and to the rear panel IF output connector. The IF amplifier includes filtering, AGC circuitry, discriminator, and baseband amplifiers. The IF amplifier provides two outputs (1 Vpp deemphasized). One output is bridged by the subcarrier demodulators, and then terminated, if it is not used elsewhere. Each subcarrier demodulator provides a +7 dBm audio output. Either output of the IF amplifier may be connected through the optional video clamping amplifier when clamping is required.

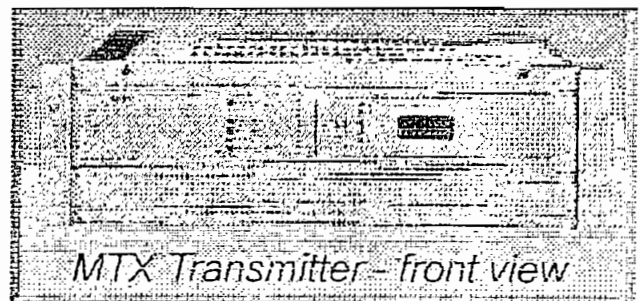


	Company Profile				NEWS PRESS RELEASES
	High Power TV	Low Power TV	FM Broadcast	Digital Audio Broadcast	Microwave Links
Overview	Digital	Portable	Description	Specifications	Design Guides
		General	Transmitter	Receiver	Hot Standby Switch

MTX Series

Transmitter Description

The MTX transmitter is capable of transmitting 525-line NTSC or 625-line PAL/SECAM video channels. In addition, the subsystem is capable of relaying maximum of four FM audio program channels.



The composite input into the transmitter is a 1 volt peak-to-peak video signal and is connected to the baseband amplifier. Optional FM audio program channels (up to 4), can be used to provide additional inputs to the modulation amplifier.

Program audio input enters the transmitter through a subcarrier modulator, where it is FM modulated and connected to the baseband amplifier. This amplifier preemphasizes the video signal, combines the video with the FM subcarriers, and amplifies the combined signal.

The combined signal modulates the 70 MHz IF Modulator which operates in a crystal controlled phase-locked loop. The IF signal is then mixed with the LO signal to produce the desired channel frequency and filtered to insure spectral purity.

The channel frequency stability is assured by a crystal controlled phase-locked loop (PLL) 2GHz synthesizer. In units operating at frequency above 2GHz a multiplier is provided. The channel frequency carrier is produced by up-conversion in this way:

$$F_c = IF + LO$$

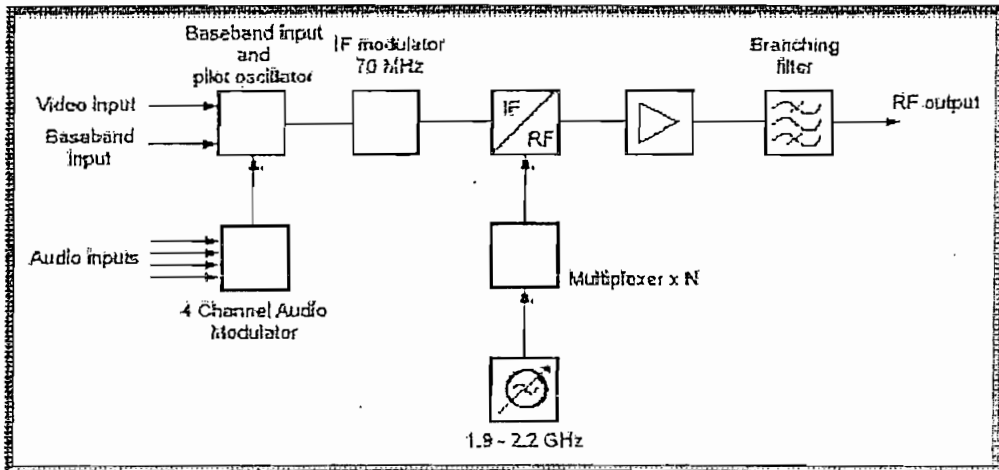
where:

- F_c = Frequency channel
- IF = Intermediate frequency (70 MHz)
- LO = Local Oscillator Frequency

Notch and roofing filters are available as options when filtering of the incoming video signal is required before applying subcarriers to the transmitter.

Subcarrier notch filters are used with one subcarrier and 525 or 625 line roofing filters are

used with multiple subcarriers.



[Return to MTRX Main Page](#)

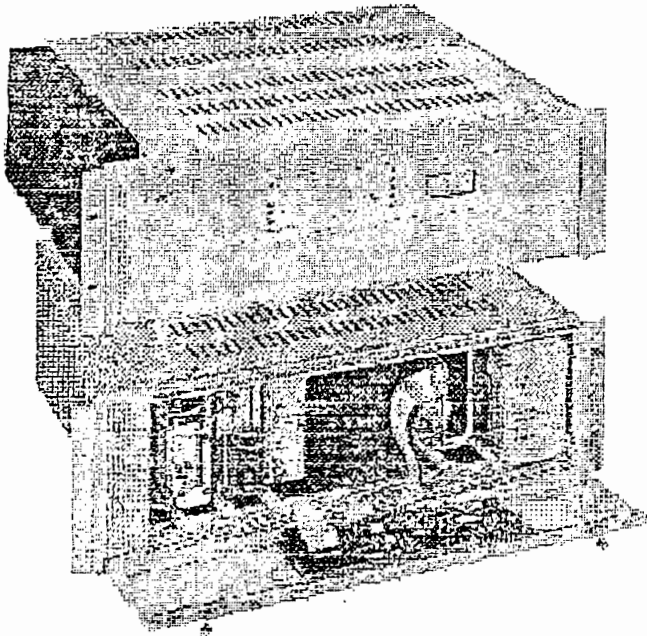
This is introductory information. Our company reserves the following right: because of the delay occurring between the issue of this information and the completion of our products after testing, it is possible that a product does not comply with the features stated herein. Therefore this information is neither a contract nor an offer, but only an invitation to contact us.

 [Return to Homepage](#)

	Company Profile				NEW RELEASES
Sales Team	High Power TV	Low Power TV	FM Broadcast	Digital Audio Broadcast	Microwave Links
Overview	Digital	Portable	Description	Specifications	Design Guides

MTRX Series

Video Microwave Relay



General Data

Physical characteristics

Transmitter Version

Dimensions (WxHxD)	19" x 5.2" x 14.8" (483 x 132 x 377 mm)
Weight	28.7 lb. (13 kg.)

Receiver Version

Dimensions (WxHxD)	19" x 5.2" x 14.8" ¹ (483 x 132 x 377 mm)
Weight	19.9 lb. (9 kg.)

Hot-standby RX/TX Version

Dimensions (WxHxD)	19" x 16" x 26" (483 x 409 x 662 mm)
Weight	55.2 lb. (25 kg.)

¹without circulator

Interconnections

RF connections	waveguide interface
IF/Baseband connectors	BNC


- ▶ [General Description](#)
- ▶ [Digital Microwave Series](#)
- ▶ [Transmitter Description](#)
- ▶ [Receiver Description](#)
- ▶ [Hot-standby Switch Description](#)
- ▶ [Specifications](#)
- ▶ [Calculation Guides](#)

Fixed Microwave Line - *Product Matrix*

Frequency Range (GHz)	Model	Output Power (dBm)	Noise Figure (dBm)	Threshold (dBm)	S/N Ratio (dBm)
1.7 to 2.2	MTX1B30S / MTX1B80S	30/39	.	.	75
	MRX1BA0S	.	3	-86	
2.1 to 2.7	MTX2A30S / MTX2A70S	30/37	.	.	73
	MRX2AA0S	.	3	-86	
3.7 to 4.2	MTX3A30S / MTX3A70S	30/37	.	.	72
	MRX3AA0S	.	4	-85	
4.4 to 5.0	MTX4A30S / MTX4A70S	30/37	.	.	72
	MRX4AA0S	.	4	-85	
5.1 to 5.9	MTX5B30S / MTX5B70S	30/37	.	.	72
	MRX5BA0S	.	4	-85	
5.9 to 6.4	MTX6B30S / MTX6B70S	30/37	.	.	72
	MRX6BA0S	.	4	-85	
6.4 to 7.1	MTX7B30S / MTX7B70S	30/37	.	.	71
	MRX7BA0S	.	4	-85	
7.1 to 8.5	MTX8B30S / MTX7B70S	30/36	.	.	71
	MRX8BA0S	.	4	-85	
10.3 to 10.7	MTX0B30S / MTX0B50S	30/35	.	.	70
	MRX0BA0S	.	5	-84	
10.9 to 11.7	MTXAB30S / MTXAB50S	30/35	.	.	70
	MRXABA0S	.	5	-84	
11.7 to 12.2	MTXBB30S / MTXBB50S	30/35	.	.	70
	MRXBBA0S	.	5	-83	
12.2 to 13.2	MTXCB30S / MTXCB50S	30/35	.	.	70
	MRXCBA0S	.	6	-82	69

Notes: S/N for one-hop video CCIR weighting.

RF Power and Noise Figure do include branching filter loss.

 [Return to Homepage](#)

This is introductory information. Our company reserves the following right: because of the delay occurring between the issue of this information and the completion of our products after testing, it is possible that a product does not comply with the features stated herein. Therefore this information is neither a contract nor an offer, but only an invitation to contact us.

iteco	Company Profile	dolb	Nuova Meccanica	iteco P.P. ASS	NEW PRESS RELEASES
	High Power TV	Low Power TV	FM Broadcast	Digital Audio Broadcast	Microwave Links
Overview	Digital	Portable	Description	Specifications	Design Guides

MRTX Series

<i>General Characteristics</i>	
Power supply voltage	220 Vac $\pm 2\%$ single phase 20,5 to 29 Vdc 40 to 56 Vdc
Frequency	50 ± 2 Hz or 60 ± 2 Hz
Operating temperature range	-10 to +40°C
Relative humidity	0 to 95% noncondensing
Altitude (<i>higher altitudes available</i>)	up to 6500 ft
<i>Power consumption</i>	
Transmitter version	80 Watts
Receiver version	30 Watts
<i>System Performance</i>	
Differential gain	1%
Differential phase	0.2 degree
Signal to hum	≥ 60 dB
Signal to noise	≥ 67 dB
<i>Transmitter characteristics</i>	
Type	Single conversion
Local oscillator	Phase-locked source
Frequency stability	$\pm 0.005\%$
IF input frequency	70 MHz
IF input return loss	26 dB
<i>Receiver characteristics</i>	

Type	Single conversion
Local oscillator	Phase-locked source
Noise figure	3.3 dB (<i>typical</i>)
IF input frequency	70 MHz \pm 0.25 Mhz
IF input return loss	26 dB
IF Bandwidth	30 MHz
IF output level	3 dBm \pm 1 dB

70 MHz modem, video performance

Frequency Response

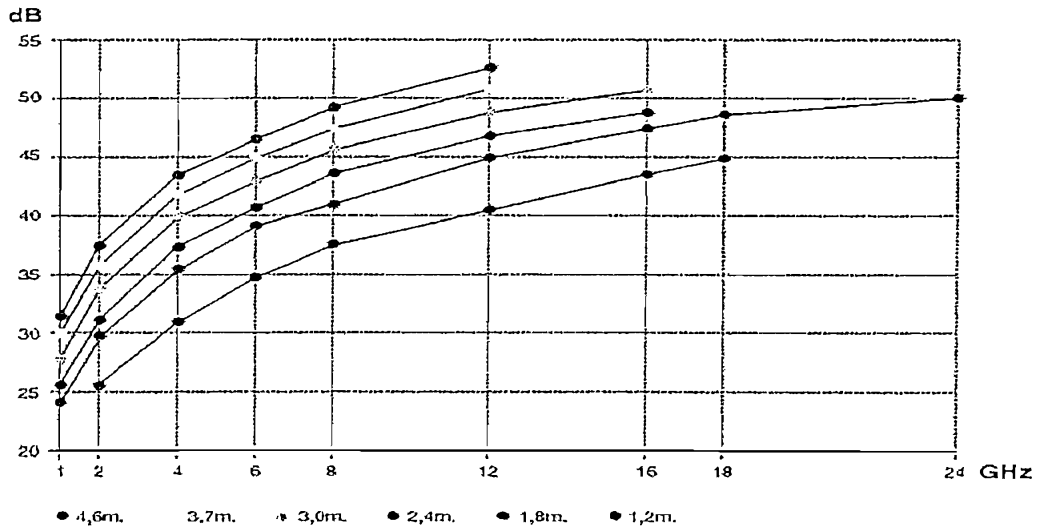
10 kHz to 5 MHz	\pm 0.25 dB
Field tilt	2% (<i>maximum</i>)
Line tilt	2% (<i>maximum</i>)
Baseband chroma delay	\pm 20 nS (<i>maximum</i>)
Baseband chroma gain	\pm 0.2 dB
Differential phase	\pm 0.2 degree (<i>maximum</i>)
Differential gain	2% (<i>maximum</i>)
Signal-to-Noise ratio	67 dB
Signal-to-Hum (<i>P-P/RMS</i>)	60 dB (<i>minimum</i>)
Video input level	1 Vpp
Video input return loss	26 dB (<i>minimum</i>)

70 MHz modem, audio performance

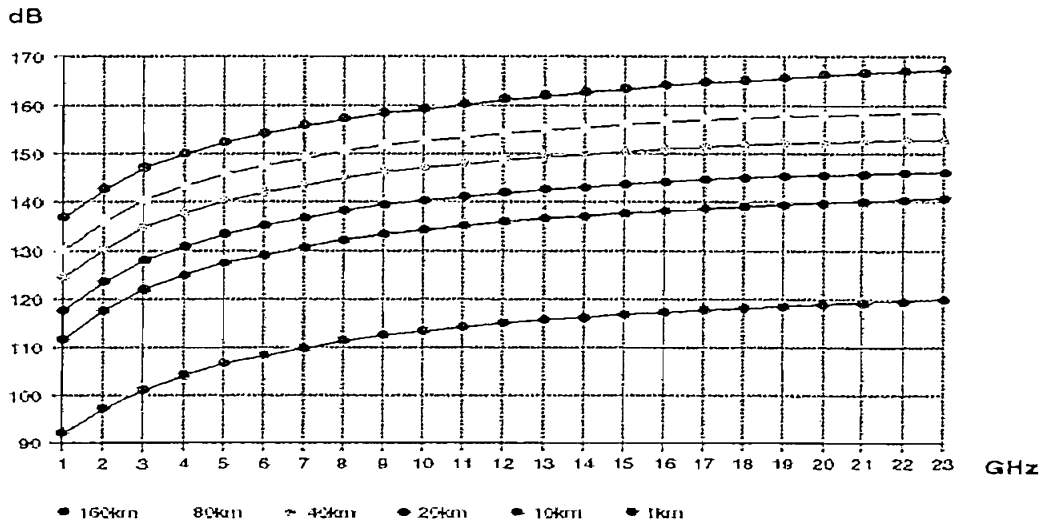
Capacity	up to 4 channels
Subcarrier frequencies	standard CCIR
Frequency response (40 Hz to 15 Khz)	\pm 0.5 dB
Signal to noise ratio (at \pm 75 kHz deviation)	\geq 66 dB
Distortion	0.5% maximum at 75 kHz peak deviation
Input level at peak deviation	0 to +9 dBm adjustable set +8 dBm
Output level	0 to +9 dBm adjustable set +8 dBm
Input impedance	600 Ω balanced
Output impedance	600 Ω balanced

Microwave Links Calculation Guides







PARABOLIC ANTENNA GAIN
as a function of diameter-frequency



FREE SPACE ATTENUATION
as a function of distance-frequency



7.125-7.750 GHz

Model	Diameter ft (m)	Input Flanges	Regulatory Compliance	Low Gain dBi	Mid Gain dBi	High Gain dBi	B/W deg	F/B dB	VSWR _{Max} (RL)			
									Standard (dB)	Low (dB)	Cross Pole	
 Standard												
P-75A240-U	2 (0.6)	CPR137G	N/A	30.5	30.9	31.3	4.65	35.0	1.12 (24.9)	1.10 (26.4)	32.0	
P-75A480-U	4 (1.2)	CPR137G	N/A	37.0	37.4	37.8	2.50	50.0	1.10 (26.4)	1.08 (28.3)	30.0	
P-75A720-U	6 (1.8)	CPR137G	N/A	40.1	40.5	40.8	1.50	52.0	1.10 (26.4)	1.06 (30.7)	32.0	
P-75A720-S	6 (1.8)	CPR137G	N/A	40.1	40.5	40.8	1.50	52.0	1.10 (26.4)	1.06 (30.7)	32.0	
P-75A960-S	8 (2.4)	CPR137G	N/A	42.6	43.1	43.5	1.10	76.0	1.10 (26.4)	1.04 (34.2)	30.0	
P-75A1200-S	10 (3.0)	CPR137G	N/A	44.3	44.7	45.0	0.90	56.0	1.10 (26.4)	1.04 (34.2)	33.0	
P-75B1440-2	12 (3.7)	CPR137G	N/A	46.4	46.5	47.9	0.70	54.0	1.10 (26.4)	1.04 (34.2)	30.0	
 Standard (D-P)												
P-75A480-U	4 (1.2)	CPR137G	N/A	36.7	37.1	37.5	2.30	44.0	1.10 (26.4)	1.08 (28.3)	30.0	
P-75A720-U	6 (1.8)	CPR137G	N/A	40.1	40.5	40.8	1.45	55.0	1.10 (26.4)	1.07 (29.4)	30.0	
P-75A720-S	6 (1.8)	CPR137G	N/A	40.1	40.5	40.8	1.45	55.0	1.10 (26.4)	1.07 (29.4)	30.0	
P-75A960-S	8 (2.4)	CPR137G	N/A	42.8	43.1	43.5	1.10	59.0	1.10 (26.4)	1.06 (30.7)	25.0	
P-75B1200-S	10 (3.0)	CPR137G	N/A	44.5	44.8	45.2	0.91	57.0	1.10 (26.4)	1.06 (30.7)	32.0	
P-75B1440-S	12 (3.7)	CPR137G	N/A	46.3	46.7	47.0	0.70	54.0	1.10 (26.4)	1.06 (30.7)	30.0	
 High Performance												
HP-75A480-U	4 (1.2)	CPR137G	N/A	36.7	37.1	37.5	2.30	55.0	1.10 (26.4)	1.08 (28.3)	32.0	
HP-75A720-S	6 (1.8)	CPR137G	N/A	40.1	40.5	40.8	1.50	68.0	1.10 (26.4)	1.06 (30.7)	30.0	
HP-75B960-S	8 (2.4)	CPR137G	N/A	42.6	42.9	43.3	1.10	70.0	1.10 (26.4)	1.04 (34.2)	30.0	
HP-75A1200-S	10 (3.0)	CPR137G	N/A	44.9	45.0	45.1	0.90	70.0	1.10 (26.4)	1.04 (34.2)	31.0	
HP-75B1440-2	12 (3.7)	CPR137G	N/A	46.4	46.8	47.2	0.80	72.0	1.10 (26.4)	1.06 (30.7)	28.0	
 High Performance (D-P)												
HP-75A480-U	4 (1.2)	CPR137G	N/A	35.9	36.3	36.6	2.30	55.0	1.10 (26.4)	1.08 (28.3)	30.0	
HP-75A720-S	6 (1.8)	CPR137G	N/A	40.1	40.5	40.8	1.50	68.0	1.10 (26.4)	1.07 (29.4)	30.0	
HP-75B960-S	8 (2.4)	CPR137G	N/A	42.5	42.9	43.2	1.10	70.0	1.10 (26.4)	1.06 (30.7)	30.0	
HP-75B1200-S	10 (3.0)	CPR137G	N/A	44.5	44.8	45.2	0.91	74.0	1.10 (26.4)	1.06 (30.7)	34.0	
HP-75B1440-2	12 (3.7)	CPR137G	N/A	46.3	46.8	47.0	0.80	72.0	1.08 (28.3)	1.06 (30.7)	33.0	
 Max High Performance												
MHP-75A480-U	4 (1.2)	CPR137G	N/A	36.7	37.1	37.5	2.30	67.0	N/A	1.08 (28.3)	30.0	
MHP-75B720-S	6 (1.8)	CPR137G	N/A	40.0	40.4	40.8	1.50	70.0	N/A	1.07 (29.4)	30.0	
MHP-75A960-S	8 (2.4)	CPR137G	N/A	42.8	43.1	43.5	1.10	72.0	N/A	1.06 (30.7)	30.0	
MHP-75A1200-S	10 (3.0)	CPR137G	N/A	44.3	44.7	45.0	0.90	82.0	N/A	1.06 (30.7)	30.0	
MHP-75B1440-2	12 (3.7)	CPR137G	N/A	45.4	45.8	45.3	0.80	84.0	N/A	1.06 (30.7)	30.0	
 Max High Performance (D-P)												
MHP-75A480-U	4 (1.2)	CPR137G	N/A	36.7	37.1	37.5	2.30	67.0	N/A	1.08 (28.3)	30.0	
MHP-75B720-S	6 (1.8)	CPR137G	N/A	40.0	40.4	40.8	1.50	70.0	N/A	1.07 (29.4)	30.0	
MHP-75A960-S	8 (2.4)	CPR137G	N/A	42.8	43.1	43.5	1.10	72.0	N/A	1.06 (30.7)	30.0	
MHP-75A1200-S	10 (3.0)	CPR137G	N/A	44.3	44.7	45.0	0.90	80.0	N/A	1.06 (30.7)	30.0	
MHP-75B1440-2	12 (3.7)	CPR137G	N/A	45.4	45.8	46.3	0.80	81.0	N/A	1.06 (30.7)	30.0	

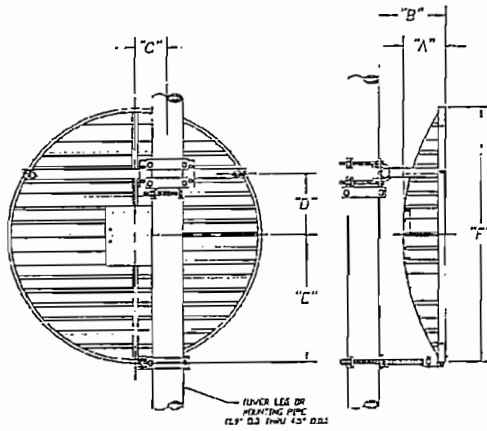
Catalog Legend

o L = Low VSWR

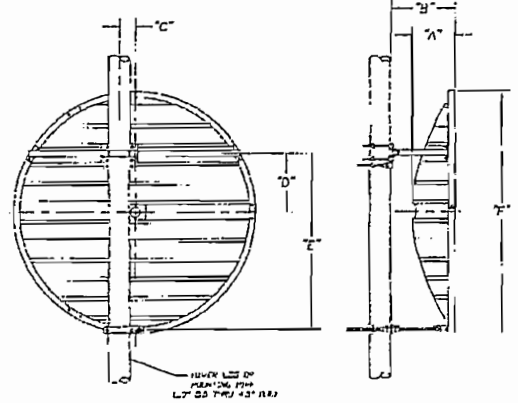
Antenna Dimensions

Parabolic Grid Antennas with U Mount

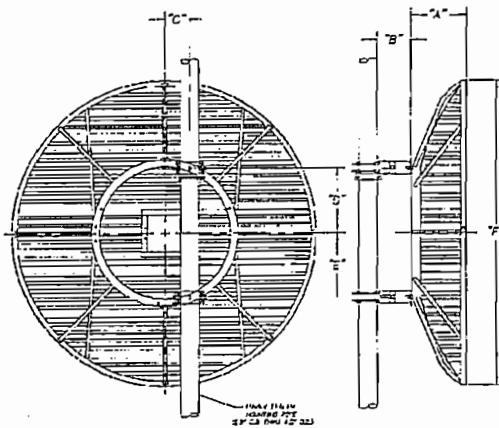
3 Foot Grid Antennas with U Mount



4 Foot Grid Antennas with U Mount

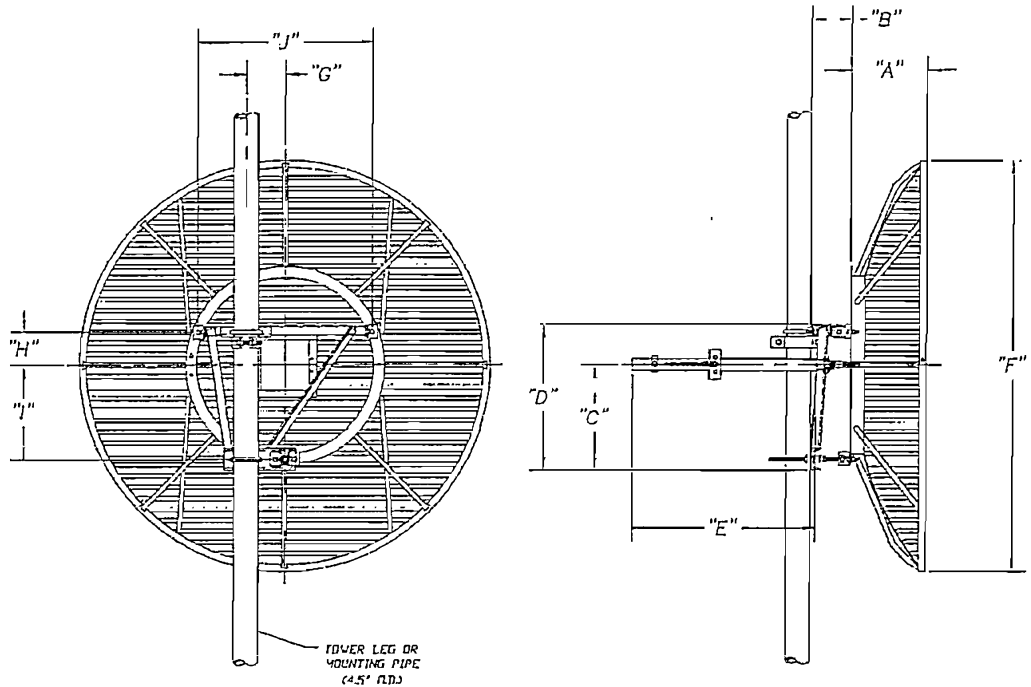


6 Foot Grid Antennas with U Mount



Diameter ft (cm)	"A" in (cm)	"B" in (cm)	"C" in (cm)	"D" in (cm)	"E" in (cm)	"F" in (cm)
3 (91)	6 (15)	9 ⁹ / ₁₆ (24)	3 ²³ / ₃₂ (9)	9 (23)	18 ¹ / ₂ (47)	37 (94)
4 (122)	8 ³ / ₄ (22)	12 ¹⁵ / ₁₆ (33)	3 ⁹ / ₃₂ (8)	12 ⁴³ / ₆₄ (32)	37 ¹⁹ / ₆₄ (95)	50 ¹ / ₂ (128)
6 (183)	13 ¹ / ₂ (34)	51 ¹ / ₃₂ -8 ³ / ₃₂ (14-21)	6 (15)	15 ³ / ₄ (40)	15 ³ / ₄ (40)	74 ¹ / ₂ (189)

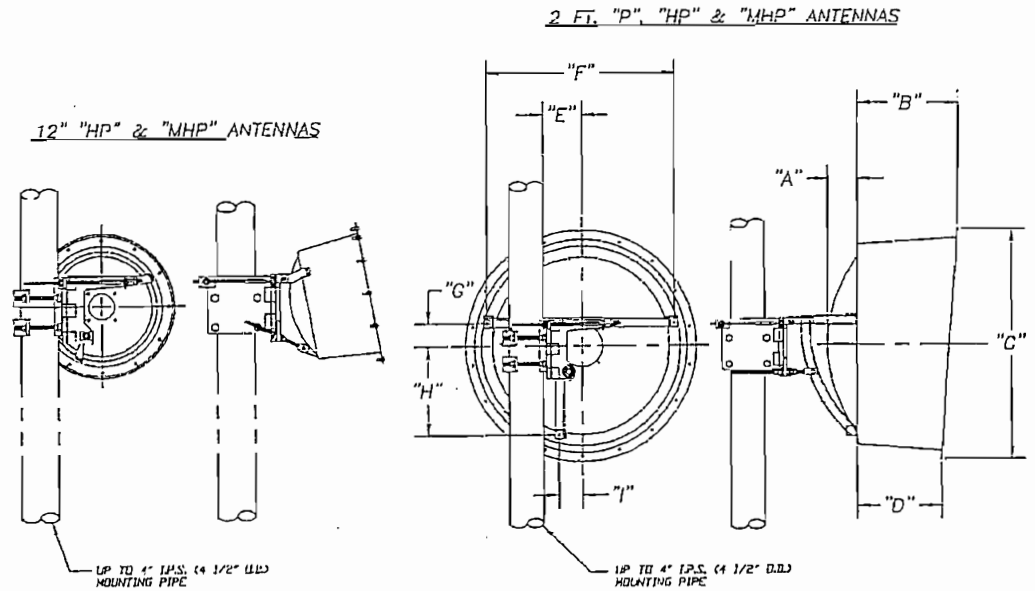
Parabolic Grid Antennas with S Mount



Diameter ft (cm)	"A" In (cm)	"B" In (cm)	"C" In (cm)	"D" In (cm)	"E" In (cm)	"F" In (cm)	"G" In (cm)	"H" In (cm)	"I" In (cm)	"J" In (cm)
6 (183)	13½ (34)	7¾ (18)	19 (48)	26¾ (67)	60 (152)	74½ (188)	7 (18)	6 (15)	17 (43)	31½ (80)
8 (244)	18 (46)	7¾ (19)	23 (58)	30¾ (77)	96 (244)	98½ (249)	7 (18)	6 (15)	21 (53)	40 (102)
10 (305)	21½ (54)	7¾ (19)	23 (58)	30¾ (77)	120 (305)	122½ (310)	7 (18)	6 (15)	21 (53)	40 (102)
12 (366)	24½ (62)	11½ (29)	31½ (80)	42¼ (108)	144 (366)	146½ (371)	7 (18)	9 (23)	28 (71)	54 (137)
15 (457)	31 (79)	11½ (29)	31½ (80)	42¼ (108)	144 (366)	183¾ (465)	7 (18)	9 (23)	28½ (72)	54 (137)

Solid Antennas

Estimated Standard High & Maximum High Performance
2 - 23 GHz with U Mount (1.9 - 4.5 Outside Diameter Pipe)



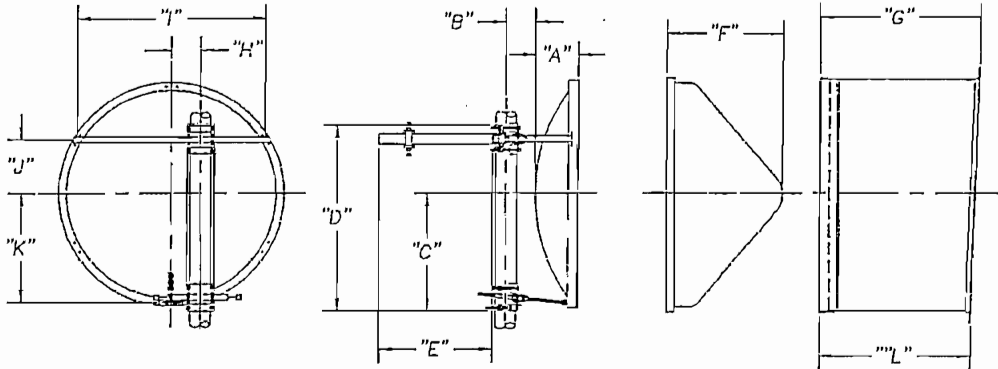
Diameter ft (cm)	"A" in (cm)	"B" in (cm)	"C" in (cm)	"D" in (cm)	"E" in (cm)	"F" in (cm)	"G" in (cm)	"H" in (cm)	"I" in (cm)
1 (30)	2 (5)	8 5/8 (22)	17 (43)	7 1/2 (19)	5 1/8 (13)	11 3/8 (29)	3 5/16 (8)	6 (15)	2 3/4 (7)
2 (61)*	4 (10)	13 1/2 (34)	31 1/4 (79)	11 1/16 (28)	5 1/8 (13)	24 9/16 (62)	4 (10)	12 1/4 (31)	4 1/4 (11)

Note: Please call factory for crated dimensions.

* "B", "C", and "D" dimensions do not apply to Standard Solid (P) antennas.

Solid Antennas (continued)

Estimated Standard, High & Maximum High Performance
0.47 - 23 GHz with U Mount (1.9 - 4.5 Outside Diameter Pipe)

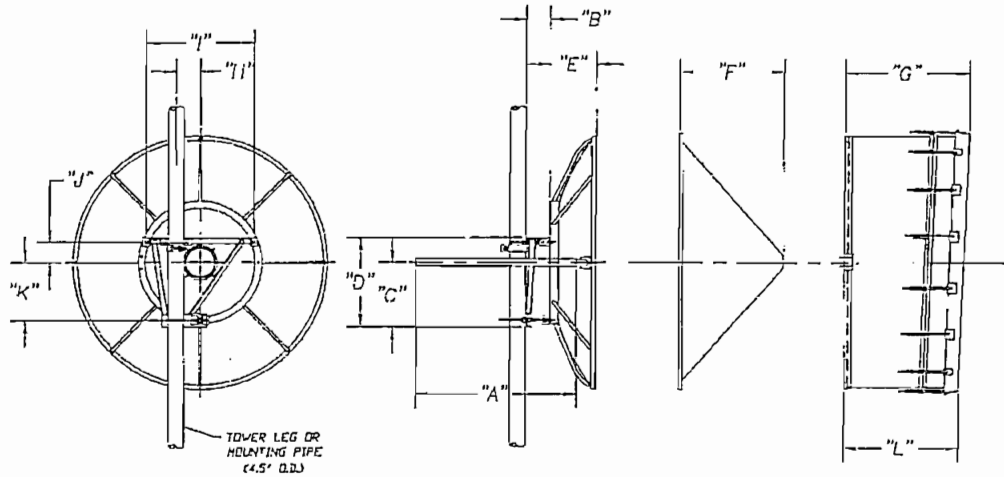


Diameter ft (cm)	"A" in (cm)	"B" in (cm)	"C" in (cm)	"D" in (cm)	"E" in (cm)	"F" in (cm)	"G" in (cm)	"H" in (cm)	"I" in (cm)	"J" in (cm)	"K" in (cm)	"L" in (cm)
2.5 ¹ (76)	5¼ (13)	9¾ (24)	17½ (43)	25¾ (65)	60 (152)	—	13 ¹ / ₁₆ (35)	3½-8 (9-20)	26 (66)	7 ⁹ / ₁₆ (19)	15 ³ / ₁₆ (38)	11 ⁷ / ₁₆ (29)
4 ² (122)	7 ¹⁵ / ₁₆ (20)	6½ (17)	25 ¹ / ₁₆ (65)	41¼ (105)	60 (152)	27 (69)	26 ⁵ / ₁₆ (64)	6½ (17)	41 ¹⁵ / ₁₆ (107)	12 ³ / ₁₆ (31)	24¼ (62)	24 ¹⁵ / ₁₆ (62)

Notes: ¹2.5 ft frequency = 17-23 GHz
²4 ft frequency = 0.47-23 GHz
 Please call factory for crated dimensions.

Solid Antennas (continued)

Estimated Standard, High & Maximum High Performance 4 - 23 GHz with S Mount (4.5 Outside Diameter Pipe Only)



Diameter ft (cm)	"A" in (cm)	"B" in (cm)	"C" in (cm)	"D" in (cm)	"E" in (cm)	"F" in (cm)	"G" in (cm)	"H" in (cm)	"I" in (cm)	"J" in (cm)	"K" in (cm)	"L" in (cm)
6 (183)	60 (152)	7 ³ / ₁₆ (18)	19 (48)	26 ⁷ / ₈ (67)	13 (33)	31 ¹ / ₂ (80)	35 ⁵ / ₁₆ (89)	7 (18)	31 ¹ / ₂ (80)	6 (15)	17 (43)	32 ¹ / ₂ (83)
8 (244)	96 (244)	7 ⁷ / ₁₆ (19)	23 (58)	30 ³ / ₈ (77)	18 ³ / ₄ (48)	34 ³ / ₈ (87)	40 ³ / ₁₆ (102)	7 (18)	40 (102)	6 (15)	21 (53)	36 ¹³ / ₁₆ (94)
10 (305)	120 (305)	11 ¹ / ₂ (29)	31 ¹ / ₂ (80)	42 ¹ / ₄ (108)	21 ¹ / ₂ (55)	46 ¹ / ₄ (117)	49 ⁷ / ₈ (125)	7 (18)	54 (137)	9 (23)	28 ¹ / ₂ (72)	44 ⁷ / ₈ (114)
12 (366)	144 (366)	11 ¹ / ₂ (29)	31 ¹ / ₂ (80)	42 ¹ / ₄ (108)	28 ³ / ₄ (73)	43 ³ / ₄ (111)	46 ³ / ₄ (119)	7 (18)	64 (163)	11 (28)	34 (86)	41 ³ / ₄ (106)
15 (457)	144 (366)	10 ¹ / ₂ (27)	31 ¹ / ₂ (80)	42 ¹ / ₄ (108)	38 (97)	N/A	49 ³ / ₈ (125)	7 (18)	64 (165)	11 (28)	34 (86)	43 (109)

Note: Please call factory for crated dimensions.

ANEXO 4

Información técnica de los equipos de radiación (Antenas)

VHF/UHF Low Power Transmitter Description

ITELCO television exciters encompasses a group of models which can operate in any channel within whatever TV band, while the television low power transposer series encompasses a group of models which can convert any channel within whatever TV band. They are available for CCIR and NTSC standards (on request) in band I, III and IV-V, using combined or separate amplification for video and sound signals.

The exciter is the most important part, the core of a transmitter. The performance of such an equipment depends strictly on the quality of the exciter. ITELCO exciters represent the state of the art in TV broadcast technology: both in the combined and in the separate amplification version, every exciter is completely modular. It is composed of many plug-in modules, each one performing a particular function. All plug-ins have been designed to be easily removed from the unit and tested separately. This allows flexibility in use, easy maintenance and the expansion of features following the user's needs. This flexibility is not only a consequence of the modularity with which ITELCO transmitters are constructed, but also of the wide-band techniques utilized in the amplifier stages.

The same construction philosophy is adapted for the low power series transposers. A transposer differs from an exciter only because it is equipped with the receiver section instead of the modulator, while the transmitter section is practically identical, only some plug-ins distinguish the two versions.

The exciters and low power transposers for common amplification equipment are arranged in a single 19" 4HE mainframe. Each one is equipped with a high efficiency switch-mode power supply located in the rear side of the mainframe and is easily removable. The nominal output levels available are 2Wps, 10Wps, 20Wps. The final stage amplification is achieved by means of wide band solid state amplifiers, available in several versions depending on the nominal output power and the band (I, III and IV-V). A filter which attenuates undesired products is located at the power amplifier output. There are also directional couplers used to control both the forward and reflected power.

Finally, a multifunction meter is used to measure the main parameters concerned with both transmitter and transposer functioning. There are also several connectors used to monitor the signals.

The single exciter, in conjunction with an appropriate notch filter, can be used as a low power transmitter.

All the exciters and transposers can be remote controlled. This allows to arrange a transmitter in several special configurations: either dual exciter operation, passive or active stand-by configuration. Moreover, by adapting a relay interface module, the equipment can be installed in unmanned sites.

ILCO	Company Profile	dolb	NEW! NUGO Macchina	NEW! PRESS RELEASES	
	High Power TV	Low Power TV	FM Broadcast	Digital Audio Broadcast	Microwave Links
		Exciters	Specifications	Description	

VHF/UHF Low Power Transmitters

General Data

Physical characteristics

Dimensions standard 19" rack unit 4HE

Weight (approx.)
 (common amp. version) 10 lb. (22 Kg.)
 (separate amp. version) 18 lb. (40 Kg.)

Metering

- ▶ output power
- ▶ reflected power
- ▶ video % modulation
- ▶ audio % modulation
- ▶ local oscillator lock

Protection circuits

- ▶ final transistor overcurrent
- ▶ final transistor overtemperature

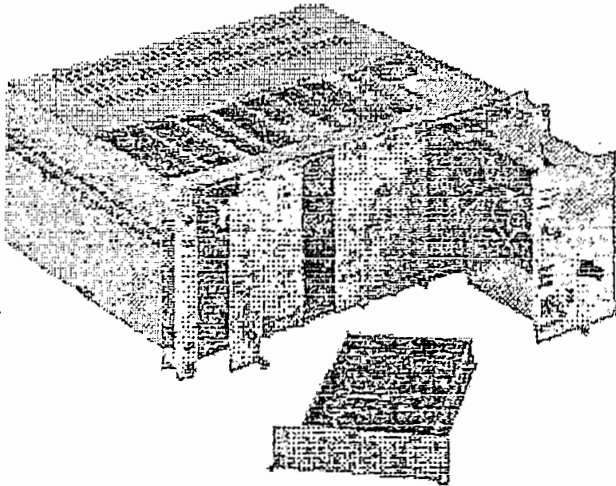
Indications

- ▶ working conditions
- ▶ alarms

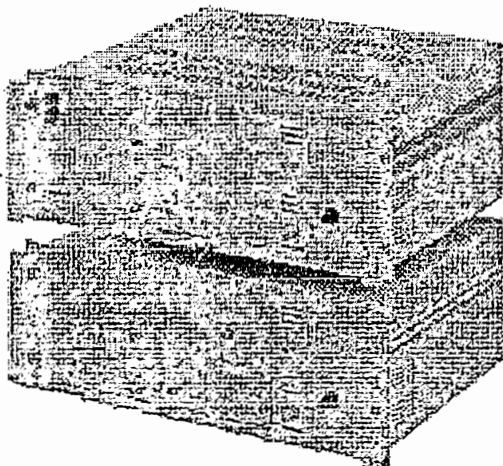
Indications

- ▶ working conditions
- ▶ alarms

Additional facilities



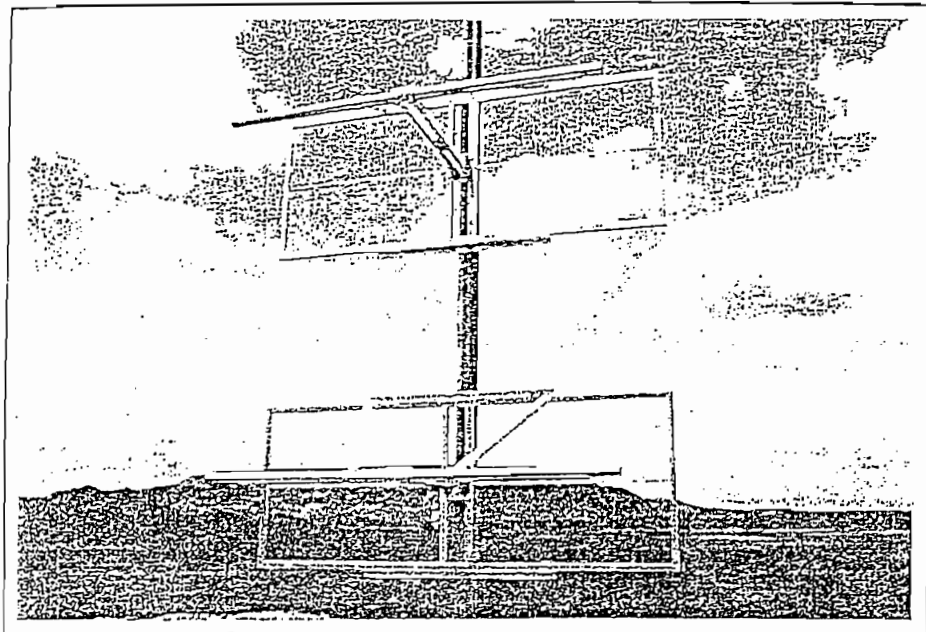
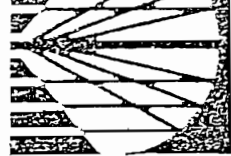
Common Amplifier



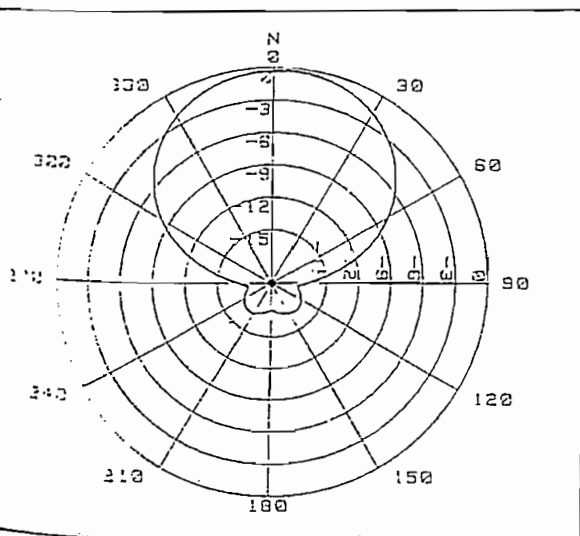
Separate Amplifiers

PANEL 2 DIPOLOS
B-I
ATII - 220

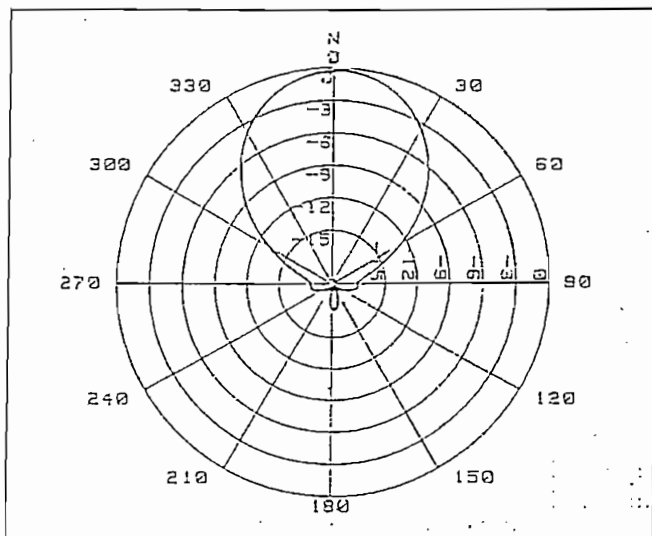
2 DIPOLES
PANEL B-I
ATII - 220



DIAGRAMAS TÍPICOS DE RADIACION
TYPICAL RADIATION PATTERNS



PLANO H / H PLANE



PLANO E / E PLANE

CARACTERISTICAS TECNICAS TECHNICAL CHARACTERISTICS

CODE	/2373	/2374	/2375	/2376	/2377	/2366	/2372
ELECTRICAS / ELECTRICAL							
Margen de frecuencias <i>Frequency range</i> (Mhz)	54 - 88 (FCC) / 47 - 88 (CCIR)						
Canales <i>Channels</i>	2	3	4	5	6	2-4	3-5
Ancho de banda <i>Bandwidth</i> (Mhz)	8 (FCC) / 7 (CCIR)						
Ganancia <i>Gain</i> (dBi)	10.2					8,85 C-2	8,65 C-3
						9,95 C-4	10,15 C-5
Polarización <i>Polarization</i>	Horizontal o Vertical <i>Horizontal or Vertical</i>						
Ancho del haz a -3 dB (Mitad de banda) <i>- 3 dB Beamwidth (Midband)</i> (°)							
	Plano H / H Plane			58			
	Plano E / E Plane			70			
R.O.E. <i>V.S.W.R</i>	< 1.10:1					Compensado en el SR <i>Adapted on the RS</i>	
Relación delante/atras <i>Front to back ratio</i> (dB)	> 18						
Potencia máxima <i>Max. power</i> (Kw)	3 Kw / Mayores bajo pedido <i>3 Kw / Higher on request</i>						
Conector <i>Connector</i>	DIN 7/16 Hembra / Otros conectores bajo pedido <i>DIN 7/16 Female / Different connector on request</i>						
MECANICAS / MECHANICAL							
Dimensiones <i>Dimensions</i> (mm)							
	Alto/Height	3630	3630	3330	3320	3100	3630
	Ancho/Width	2730	2730	2730	2730	2500	2730
Separación vertical entre dipolos <i>Vertical spacing between dipoles</i> (mm)	2550	2550	2300	2300	2100	2550	2300
Sección óptima de torre <i>Tower section</i> (m)	Desde 1,5 a 5 <i>From 1,5 to 5</i>						
Velocidad max. del viento <i>Max. wind velocity</i> (Km/h)	200						
Carga al viento a 200 Km/h <i>Wind load at 200 Km/h</i> (N)							
	Frontal	3500	3200	3000	3000	2800	3500
	Lateral	1500	1200	1100	1100	1000	1500
Montaje <i>Mounting</i>	A tubo de Ø 70 - 115 mm <i>To Ø 70 - 115 mm tubing</i>						
Peso aprox. <i>Aprox. weight</i> (Kg)	90	90	85	85	80	90	88
AMBIENTALES / ENVIRONMENTAL							
Rango de temperatura <i>Temperature range</i> (°)	-20 a +80 -20 to +80						
Humedad relativa <i>Relative Humidity</i>	100 %						
Protección electroestática <i>Lightning Protection</i>	Puesta a tierra <i>DC grounded</i>						

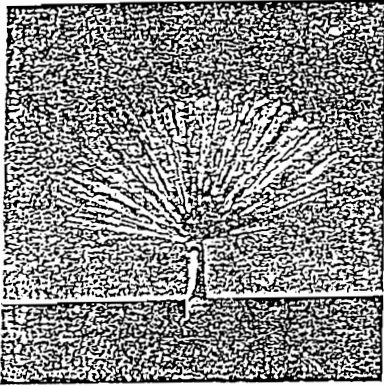
RYMSA se reserva el derecho de modificar sin previo aviso cualquiera de las características expuestas en este catálogo.

RYMSA will reserve the right to make any changes without notice.

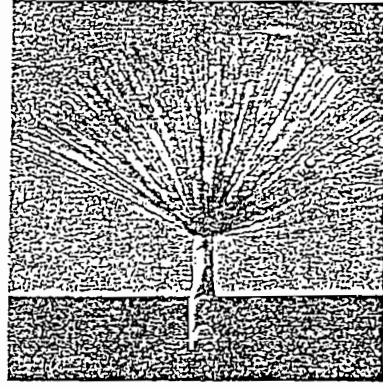


RADIACION Y MICROONDAS S.A.

PP SERIES DISSIPATORS *



PP-1S



PP-2S

DESCRIPTION/APPLICATION:

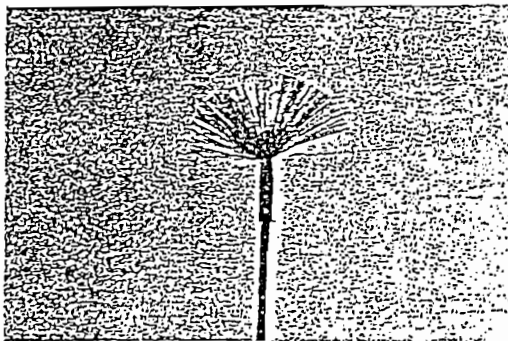
PP-1S – Multipurpose spot dissipator that can be used on just about anything including hand-rails, storage tanks, signs, lighting poles, etc. PP-1S has one 1/4" mounting hole. Recommended spacing is from 10 to 15 feet with a max. of 20 feet. Dissipators can be mounted in a various number of ways including 1/4" bolts, self tapping screws, or mounted to a pipe to use as a height extension.

PP-2S – Similar to PP-1S dissipator except with two mounting holes for vertical rigidity. Can be used for sheds, metal buildings, metal equipment shelters, etc.

MATERIAL: 300 series stainless steel

WEIGHT: PP-1S – 1.5 oz. PP-2S – 2.0 oz.

GR SERIES DISSIPATORS *



GR5/8



SERDINGE S.A.

Rumipamba 1043 y 10 de Agosto Ofic. 305

Teléfono: 454-665 Quito - Ecuador

DESCRIPTION: PP Series spot dissipator mounted in ground rod coupling.

APPLICATION: Direct attachment to end of ground rod.

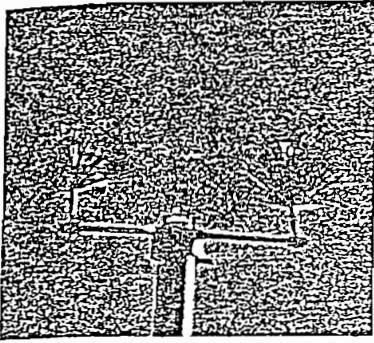
Available for 5/8" and 1/2" ground rods.

MATERIAL: Coupling – Bronze

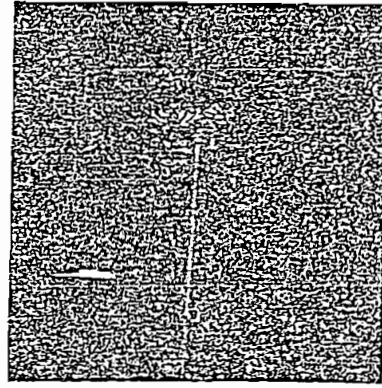
Dissipator Electrodes – 300 series stainless steel

WEIGHT: 7.0 oz.

GM SERIES DISSIPATORS *



GM-2S



AS-2S

DESCRIPTION: 2 PP-1S dissipators with mounting hardware for vertical round-member.

APPLICATION: GM-2S - Ground Masts in power sub-stations, etc.

AS-2S - Top of DC grounded antennas

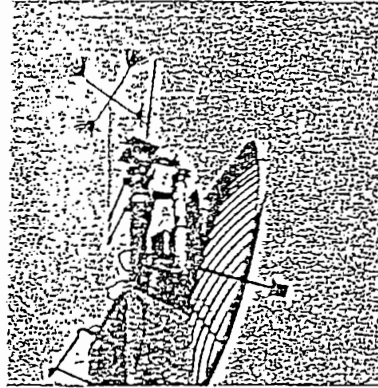
MATERIAL: 300 series stainless steel

WEIGHT: GM-2S - 2.0 lbs. AS-2S - 8.0 oz.

CANDELABRA SETS *



CA-4S



CA-72C

DESCRIPTION: 4 PP series dissipators arranged in 16" candelabra

CA-4S - 18" x 5/8" elevation conductor with 1/2" screw-in base

CA-72C - 6' elevation conductor with (2) round-member clamps

MATERIAL: 300 series stainless steel

WEIGHT: CA-4S - 2.5 lbs. CA-72C - 8.0 lbs.

BONDING & GROUNDING:

Lightning Master dissipators must be electrically bonded to ground and to the object or structure upon which they are mounted.

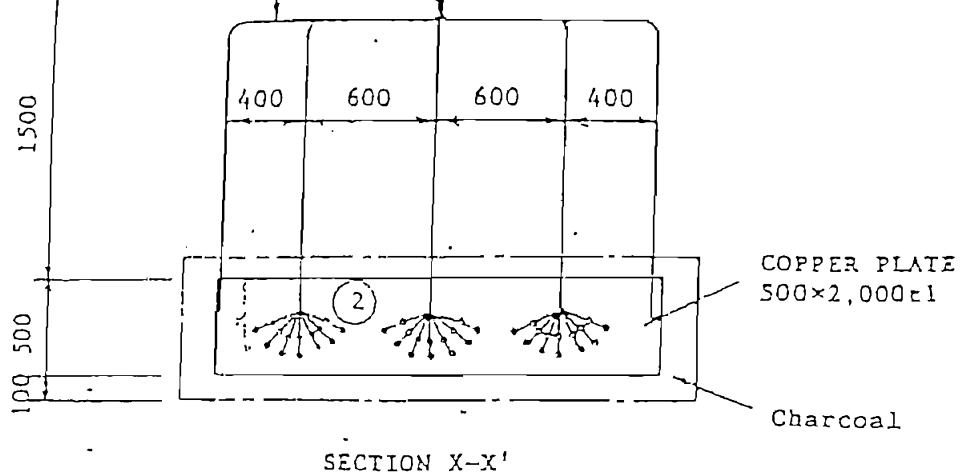
MAINTENANCE REQUIREMENTS: None

POWER CONSUMPTION: None

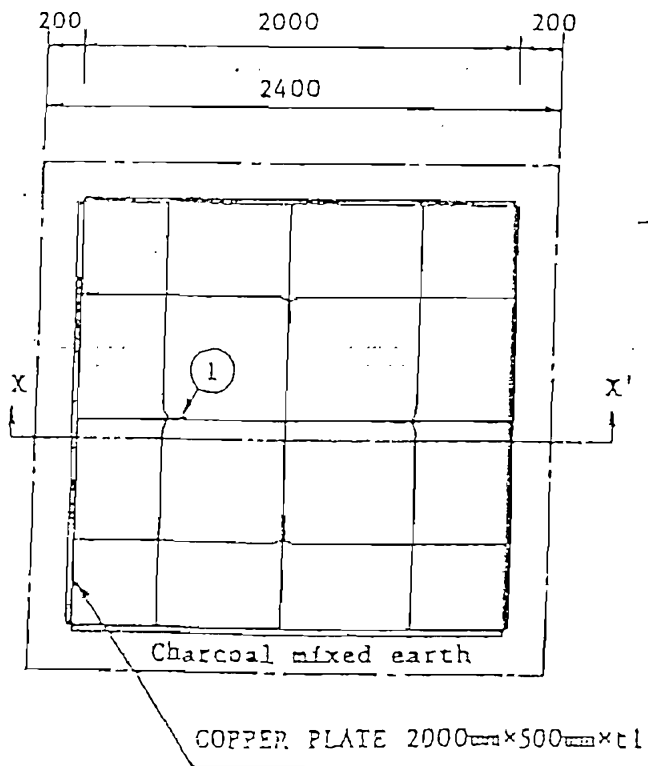
EFFECT ON RF SIGNALS:

Experience has demonstrated that, with proper installation, Lightning Master dissipators have little or no measurable effect on signals, be they two-way, TV, FM or even directional AM.

* U.S. Patent #4,910,636



The resistance between the earth cable and the ground shall be the international standard level.
(less than 10 ohms, typical)



ANEXO 5

Protección contra descargas eléctricas

Información sobre torres

Consideraciones Prácticas de los Sistemas de Puesta a Tierra (SPAT), en las Estaciones de Trabajo

Grupo Thor

Basados en los avances de las tecnologías eléctricas y electrónicas, la miniaturización e integración de los sistemas, los procesos y aplicaciones, se han vuelto cada día más complejos, en base a los grandes bloques de información que se ven involucrados, donde hoy en día, la oficina moderna se ha transformado en una verdadera estación de trabajo, donde convergen diversos sistemas de; comunicaciones, informática, datos, AC, DC, etc., los cuales operan bajo un solo esquema compartiendo servicios, por lo que se deberán establecer verdaderas relaciones de compromiso en virtud de la operación del conjunto.

Si consideramos la información existentes en normas Internacionales, Nacionales, Publicaciones y Empresas Especializadas, llegaremos a las conclusiones siguientes para toda instalación de comunicaciones, informática, control y datos:

1.- El caso más desfavorable es la disipación de la corriente de un rayo que impacta en nuestras instalaciones. Durante este fenómeno existe un gran desplazamiento de cargas eléctricas por el suelo (EFECTO CARSON), y sus relativas tensiones asociadas. La única forma de garantizar que estas cargas no deambulen aleatoriamente en nuestros equipos, es proveerlas de un camino externo, que garantice su circulación fuera de nuestro sistema. Por esto las instalaciones deberán estar encerradas por un anillo de conductor enterrado, el cual estará conectado por dos lados diametralmente opuestos a un sistema de pararrayos, por dos bajantes debidamente aislados y alejados de las guías de ondas ó conductores de señal y cualquier otra estructura del sistema. El sistema de pararrayos deberá estar emplazado lo suficientemente alto, para que ofrezca la adecuada cobertura de las instalaciones. Nunca igual ó por debajo de las antenas.

Como una condición adicional todas las instalaciones metálicas externas del edificio ó casetas, Estructuras soportes, equipos de aires acondicionado, tanques de combustible, vientos de torres, etc. Deberán estar sólidamente conectados al anillo de aterramiento exterior de las instalaciones. Esto nos ofrece un excelente apantallamiento contra cualquier fenómeno de inducción electrostática ó electromagnética, producto del desplazamiento de grandes bloques de corriente.

2.- Luego de apantallar todas nuestras instalaciones debemos colocar barreras de protección a todas aquellas conexiones galvánicas que entran ó salen de los equipos; tales como acometidas AC, líneas de transmisión de datos, cableado telefónico, guías de ondas, luces de balizaje, conexiones a antenas, etc. Estas barreras de protección deberán estar referidas a una barra y esta a su vez, adecuadamente sectorizada a la barra principal de aterramiento. ó en su defecto al anillo exterior.

Las antenas de los equipos de radio, se encuentran instaladas sobre la estructura de una torre y a su vez están sólidamente conectadas a los equipos de radio mediante las guías de ondas, siendo de suma importancia conectar las grapas de conexión a tierra, a todas estas líneas

como único medio de aislar las perturbaciones de origen atmosférico fuera de nuestras instalaciones.

3.- Luego de filtrar todas las conexiones galvánicas y proteger las estructuras de los equipos de las instalaciones, se deberán instalar una barra principal de Puesta a Tierra, Master Ground Bar (MGB), de la cual en primer caso partirán todas aquellas conexiones a tierra para los diferentes servicios y equipos de la estación que lo requieran, proveyendo al sistema de una sola plataforma equipotencial, eliminando la posibilidad de corrientes circulantes por diferencias de tensión entre componente, garantizando la integridad del conjunto.

4.- Los equipos de energía deberán poseer una consideración especial al momento de su conexión a tierra en la MGB, de la cual en primer caso partirán todas aquellas conexiones a los diferentes equipos, ofreciéndoles una referencia en su operación, tal es el caso de los convertidores, rectificadores, transformadores, UPS, Generadores, tableros de DC y AC, Baterías, etc. Es importante resaltar el hecho de la importancia que reviste la conexión del borne respectivo de las baterías al sistema de puesta a tierra, como medio de obtener la tensión negativa (cuando se requiera). Las baterías operan como un amortiguador ó filtro para las perturbaciones electromagnéticas, en base a su comportamiento capacitivo para frentes de ondas escarpados.

Los equipos de energía producen un ruido electromagnético que ocasiona daños y errores a otros sistemas especializados, tales como los equipos de comunicaciones, control y datos, por esto han de estar aislados, razón por lo que se deberán interconectar todas las estructuras de sus chasis y estos estarán conectados a tierra, el aislamiento se logra con la sectorización de las barras de aterramiento. Esto garantiza el confinar el ruido en el área, donde los equipos han sido diseñados para soportarlo. Algo similar ocurre con los convertidores, UPS, Transformadores y grupo generadores, (C.E.N., neutro derivado separadamente).

Durante las etapas de diseño es recomendable considerar los requerimientos especiales que requiere este tipo de equipos los cuales deberán poseer un régimen de trabajo nominal no mayor del 75 %, operando muy por debajo de las curvas de saturación de los entre-hierros de los transformadores e inducidos, eliminando cualquier deformación de la senoidal de la señal de tensión y por ende una sensible disminución de armónicos. Por todos es sabido que los armónicos se reflejaran en el neutro por lo que el mismo deberá ser adecuadamente dimensionado, los estándares de las principales empresas de computación y datos, establecen dimensional el neutro 1.73 veces el calibre de las fases y las normas americanas, limitan la operación de acondicionadores de líneas en cascadas los cuales entran en resonancia creando una modulación de la señal senoidal, creando severos problemas al conjunto.

5.- Todos los conductores de aterramiento y apantallamiento deberán ser los más rectos posibles, las curvas de ser necesarios serán de un diámetro no menor a 30 cm, no deberán poseer empalmes, no tendrán ninguna estructura metálica que les cree anillo, dado que esto aumentara la impedancia del conductor, las tuberías no serán metálicas y los conductores serán aislados pudiendo garantizar la integridad del sistema.

Una de las condiciones básicas de los sistemas de puesta a tierra es el de proveer de una referencia limpia, por esto el cableado nunca deberá viajar paralelo a líneas energizadas ó de transmisión de datos, sobre todo de altas frecuencias.

6.- Básicamente solo resta la conexión de los diferentes equipos de las instalaciones de las cuales se deberá considerar que los mismos en casos operan a altas ó muy altas frecuencias, utilizando los chasis y los sistemas de tierra como retornos ó referencias, lo que convierte al

revisión y diseño, por ser la base fundamental o soporte de todos nuestros sistemas de referencias en operación, protección y único sumidero de perturbaciones no deseadas en nuestras instalaciones, único medio capaz de garantizar la operación adecuada de nuestras instalaciones eléctricas en resguardo de la estructura física y del personal, en pro de la calidad del servicio, en una sociedad altamente competitiva.



Reflexiones Sobre Elementos de Protección

(Sistemas de Puesta a Tierra. SPAT.)

Grupo thor

El avance alcanzado por las empresas especializadas en el ramo de los servicios, ampliamente dependientes de la electricidad y la electrónica han alcanzado un elevado nivel de especialización y desarrollo, creando nuevos equipos, que operan mediante la transmisión y recepción de señales electromagnéticas; (teléfonos celulares, equipos de televisión, equipos de radio, comunicaciones VHF/UHF, transmisiones por satélite, equipos inalámbricos, etc.), Equipos que operan mediante la transmisión de señales en conductores eléctricos; (Equipos de comunicación telefónica, fax, equipos de transmisión de datos, computadoras, sistemas diversos de control, etc.), Todos aquellos equipos que operan mediante electricidad; (microondas, aires acondicionados, motores diversos, iluminación fluorescente, etc.), contribuyen a crear un vasto universo electromagnético que utiliza el espacio como medio de transmisión o dispersión de las señales.

Con el incremento en el consumo eléctrico de los grandes centros urbanísticos y la separación de estos con los centros de generación, han obligado a crear largos medios de transmisión de grandes bloques de potencia, creando una alta sensibilidad a las fallas producto de los accidentes humanos con los diversos componentes de esa red; (de tránsito, fallas, disturbios, etc.) y las fallas inherentes del sistema. Todo esto nos proporciona un sistema bastante plagado de polución, que se requiere limpiar y depurar antes de su entrada a nuestras instalaciones.

A raíz de estas causas, fueron creados los sistemas de protección, que si bien no son el 100 % confiables, es cierto que disminuyen sensiblemente la probabilidad de daños a nuestros sistemas. Entre ellos están los estabilizadores y/o reguladores de voltaje, UPS, filtros de línea, los retardadores de encendido, fusibles de alta velocidad, etc. Estas protecciones son los porteros ó alcabalas ubicadas en las diferentes entradas ó salidas de nuestro sistema (suministro eléctrico, transmisión de datos), los cuales condicionan la calidad de la señal que dejan pasar. Luego de ubicar un elemento no deseado, simplemente lo conducen a un área donde pueda ser disipado o expulsado, sin causar ningún tipo de perturbación o modificación a las labores normales del conjunto de componentes del sistema. Esta área de desalojo o disipación de los entes no deseados no es más que el Sistema de Puesta a Tierra (SPAT).

El gran neutralizador de todas las cargas y elemento de conexión más extenso, es el globo terráqueo cuyo potencial es único, invariable e independiente de la adición ó eliminación de cargas a la que se vea sometido. Por esta razón por convenio internacional el valor de referencia ó cero es el potencial de tierra, para todo el conjunto eléctrico-electrónico.

Todo sistema de generación necesita estar referido a tierra como medio de balance ó de equipotencialidad con los diferentes subsistemas, creando una condición estable de operación y un valor único de voltaje, donde cada uno de los sistemas de protección han de tener la misma referencia, por esto un buen equipo de protección sin una adecuada conexión a tierra es como no poseer protección alguna, dado que esta será incapaz de proteger por tener una referencia, diferente con su fuente de generación.

Es importante conocer o entender que el ruido electromagnético no puede ser eliminado, solo puede ser confinado, aislado o conducido lejos de aquellos componentes sensibles a él, donde no

pueda causar daño alguno. Actualmente se realizan serios estudios sobre los efectos de campos electromagnéticos en seres humanos y su influencia sobre mutación genética a nivel celular en seres vivos.

Para la alimentación de un sistema monofásico (una fase) se necesita la conexión de un conductor de alimentación y uno de retorno. Si el sistema fueran tres monofásicos serian necesarios tres conductores de alimentación y tres conductores de retorno, siendo cada uno de ellos independientes entre sí.

Si nosotros generamos un sistema balanceado, trifásico (tres fases), con una única referencia a tierra, (conexión en estrella aterrada), los conductores de retorno no son necesarios, dado que esta tierra (la cual posee una gran capacidad) realiza el aporte energético requerido por el sistema. Si en el centro de generación conectamos el punto de referencia a tierra, y en los centros de consumo la referencias la sacamos igualmente de un SPAT, tendremos un sistema equilibrado y con una única referencia donde con solo tres conductores seremos capaces de transportar la misma potencia de tres circuitos monofásicos de la misma capacidad con la mitad del cableado. Esto es el origen de los sistemas trifásicos de transmisión de corriente eléctrica, donde se establece una unión umbilical con los sistemas de aterramiento.

Resulta difícil imaginarse un universo formado por regiones, donde los grupos humanos tuvieran un lenguaje de comunicación único y diferente con el resto, seria imposible la comunicación entre ellos, el intercambio de productos o componentes y el compartir bases de datos o tecnologías, por ende el desarrollo del conjunto seria limitado. Igual ocurre con los sistemas eléctricos, donde la fuerza de los mismos radica en la interconexión de grandes redes de generación y distribución, las cuales se fortalecen y se hacen mas resistentes a las fallas, donde operan juntas como un todo. Análogamente el poseer una referencia común establece un lenguaje único, para el intercambio de componentes y tecnologías, permitiendo a la red nutrirse de los logros particulares, acelerando su evolución y por ende mejorando su confiabilidad.

Una adecuada conexión a tierra garantiza un excelente sumidero para aislar, encapsular y desviar todas aquellas perturbaciones electromagnéticas ajenas a la operación normal de los sistemas eléctricos-electrónicos. Además resulta un excelente medio de referencia para la operación normal del conjunto y la operación de las protecciones, únicos entes supervisores y responsables de la calidad de la señal de alimentación, como única garantía de operación y protección del sistema, asegurando nuestra inversión.

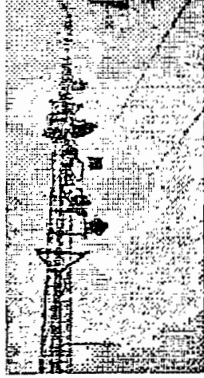
Si existe una diferencia entre la referencia del sistema de generación con la referencia de la carga (diferentes conexiones a tierra) tendremos valores de tensión o voltajes que no serán estables y los mismos podrán ser mayores o menores a los nominales, dañando componentes del conjunto. Una de las condiciones invariables de todo centro de generación es la calidad de la señal, y para tal se provee de un excelente aterramiento, comprometiéndonos a poseer un buen Sistema de Puesta a Tierra (SPAT) y este ser&aacu mejorado en la medida que se opere con equipos mas sensibles y rápidos, que funcionen a voltajes mas bajos y altas frecuencias (equipos electrónicos de uso general), o en su caso necesitaríamos correr un conductor de referencia desde nuestras instalaciones al centro de generación de la red de electricidad, lo que seria un absurdo.

Existen muchas otras razones en que los sistemas eléctricos y electrónicos requieren un SPAT, las cuales serán especializaciones de los conceptos anteriormente enunciados, producto de las particulares características de operación de los sistemas, lo que representa el contar con un tratamiento típico por áreas (informática, comunicaciones, potencia, etc.), creándose casos de incompatibilidad entre áreas de la red.

Como podemos apreciar los sistemas de protección y puesta a tierra, requieren una dedicada

SERIE B

Torre ARRIOSTRADA ligera de configuración triangular, diseñada para soportar equipo ligero.



Torre ARRIOSTRADA ligera de configuración triangular, diseñada para soportar equipo ligero. microondas de 80 m. y una velocidad de viento de 150 km./hor. Protegidas contra intemperie, por un galvanizado en caliente (HOT-DIP). Ensambladas por medio de soldadura eléctrica (MICROALAMBRE), y su unión entre tramos es por medio de coples. CARACTERISTICAS GENERALES: LARGO DEL TRAMO 3 METROS UTILES ESTRUCTURA DE FORMA TRIANGULAR LARGUEROS DE TUBO DE ACERO 5 ESCALONES POR TRAMO, DE ACERO REDONDO FORMANDO "Z" TRAMOS SOLDADOS ELECTRICAMENTE GALVANIZADO EN CALIENTE (TECNICA HOT-DIP)

Productos de la SERIE B

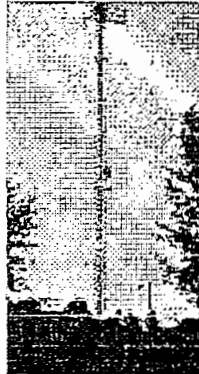
Pulse en la imagen para obtener más detalles:

B-30



ALTURA MINIMA DE USO: 3.00 MTS ALTURA MAXIMA DE USO 30 MTS Y FLUCTURARA DE ACUERDO A LA VELOCIDAD DE VIENTO, AL PESO Y AL AREA DE EXPOSICION DE LAS ANTENAS ANCHO DE CARA MEDIDO A EXTREMOS DE TUBOS;; 30 CMS. LARGO TOTAL POR TRAMO: 2.98 MTS.

B-35



ALTURA MINIMA DE USO 3MTS. -ALTURA MAXIMA DE USO: 60 MTS. Y FLUCTURARA DE ACUERDO A LA VELOCIDAD DE VIENTO, AL PESO Y AL AREA DE EXPOSICION DE LAS ANTENAS - ANCHO DE ACARA MEDIDO A EXTREMOS DE TUBO: 35 CMS. - LARGO TOTAL POR CADA TRAMO: 2.98 MTS.

B-45



-ALTURA MINIMA DE USO: 3 MTS. - ALTURA MAXIMA DE USO: 80 MTS. Y FLUCTURARA DE ACUERDO AL A VELOCIDAD DE VIENTO, AL PESO Y AL AREA DE EXPOSICION DE LAS ANTENAS - ANCHO DE CARA MEDIDO A EXTREMOS DE TUBOS: 45 CMS. - LARGO TOTAL POR CADA TRAMO: 2.98

**Torre AUTOSOPORTADA PIRAMIDAL LIGERA,
de configuración triangular, .**



Torre AUTOSOPORTADA PIRAMIDAL LIGERA, de configuración triangular, diseñada para soportar hasta 1500 kg. de carga muerta (equipo), y velocidades de viento hasta 160 km/hr. (sujeto a revisión de esfuerzos y orientación de antenas). Ensambladas con TORNILLERIA, siendo su unión entre tramos por medio de bridas. Su configuración tiene una altura de 36.00 m. alcanzando 60.0 m. de altura útil ENSAMBLANDO TRAMOS RP 120x, RP90, RL60 Y RL45. Protegidas por medio de un galvanizado en caliente (HOT-DIP)

No se encontró ningún Producto (más) entre este series.

Regrese con el botón de su navegador.

[Regreso a Buscador](#)

El contenido de este sitio es alimentado directamente por Lambertus.

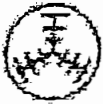
Diseño: © Lambertus S.A. de C.V., 1999.
(Desarrollado por [@SOLUCION.COM](#))

Este sitio trabaja bajo un sistema interactivo desarrollado por: [@SOLUCION.COM](#)

ANEXO 6

Información técnica de los equipos (Repetidor Activo)

SEGUNDA FACTIBILIDAD

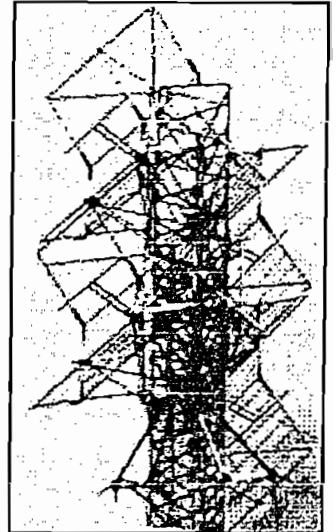


ANTENAS PROFESIONALES S.A.

Antenas Profesionales

Somos una empresa Argentina creada hace más de 20 años, para atender el mercado de las comunicaciones.

- Diseño y fabricación de sistemas de antenas para FM , AM y TV
- Antenas para telecomunicaciones, servicio fijo y móvil
- Optimización de diagramas de irradiación
- Transmisores de FM, AM y TV
- Mástiles y torres
- MP3 - Placas para PC y equipos para compresión de audio
- Antenas de alta ganancia para Telefonía Celular
- ISDN - Transmisión de Audio por líneas ISDN
- Sistemas de Broadcasting Llave en Mano
- Diagramas de irradiación especiales
- Antenas de Banda Ancha para FM y TV
- Yagis para FM de alta relación F/B
- Combinadores y filtros para FM
- Componentes de Audio para estudios



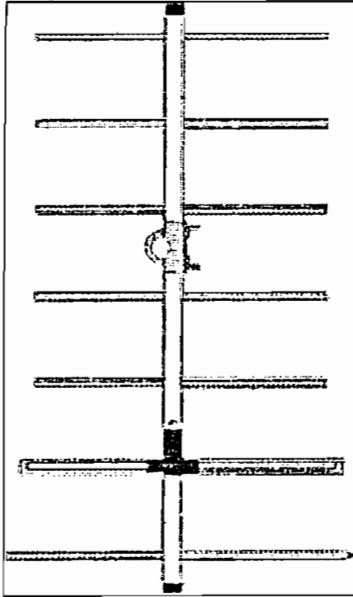


ANTENAS PROFESIONALES S.A.

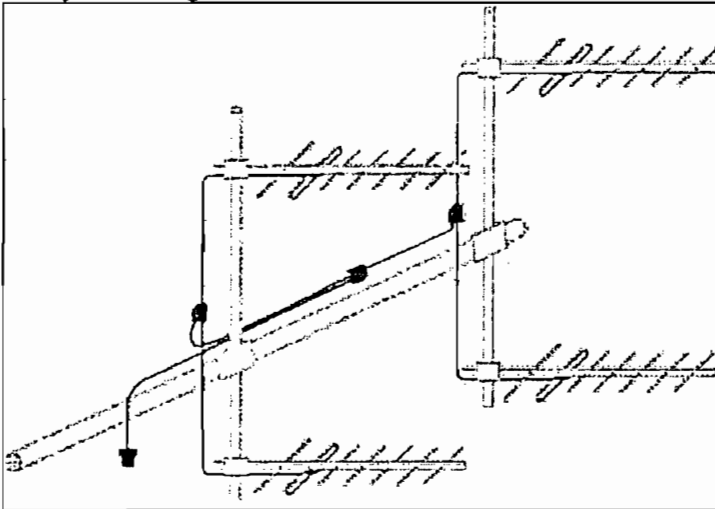
Antenas Yagi para TV y FM

Antenas y arrays de Yagis soldadas para su uso en TV y FM

Yagi soldada de banda ancha de 7 elementos



Array de 4 Yagis



Construcción

La construcción de nuestras antenas YAGI sigue los mismos criterios de calidad utilizados en la fabricación de los dipolos soldados. El elemento excitado es un dipolo plegado estanco, encapsulado en resina sintética y diseñado para gran ancho de banda.

El botalón es de generoso diámetro y pared, y los elementos pasan a través de perforaciones.

Los elementos llevan cada uno en su interior un refuerzo, para aumentar su resistencia en el lugar

donde es soldado al botalón. Todas son medidas en forma individual antes de su entrega, garantizando una R.O.E. > 1.2:1 en todo el rango de trabajo. Las placas de montaje son de fundición de aluminio y las abrazaderas de acero galvanizado.

Canales	Cant. elementos	Ganancia dB	Potencia máx.
88 a 108 MHz	3	7 dB	250 W
88 a 108 MHz	4	8 dB	250 W
C 2 al 6	3 - 5	7 - 9 dB	250 W
C 7-9-11-13	3 - 5	7- 9 dB	250 W
C 7-9-11-13	7	10 dB	250 W
C 7-9-11-13	9	11 dB	250 W
C 7-9-11-13	11	12 dB	250 W
C 7-9-11-13	13	13 dB	250 W

Se puede aumentar la ganancia colocando antenas Yagi en array (apilado). El incremento aproximado es de 3 dB colocando 2 antenas y 6dB con 4 antenas.

ANTENAS PROFESIONALES S.A.



YAGI SOLDADA 12 DB D11E-250BAS 200 A 300 MHz

DESCRIPCION DEL PRODUCTO

La yagi soldada D11E-250BAS, es una antena direccional de 11 elementos, de banda ancha, en la banda de 200 a 350 MHz. La misma se entrega medida en forma individual, en lo que se refiere a R.O.E., desde antes de la frecuencia mínima y hasta más allá de la máxima especificada.

No necesita de ningún ajuste en el lugar de instalación y se provee con todas sus grampas de sujeción.

DESCRIPCION ELECTRICA

La yagi soldada D11E-250BAS es una antena direccional basada en la técnica desarrollada por Yagi y Uda. Nuestro Departamento de Investigación y Desarrollo ha optimizado la misma a fin de obtener un gran ancho de banda, así como muy baja R.O.E. y ganancia constante a través de toda la banda de operación.

El elemento irradiante, es un dipolo plegado de banda ancha, alimentado con un balun. El conector coaxial de entrada es hembra "N" con pinza de contacto de Cobre-Berilio.

CONSTRUCCION

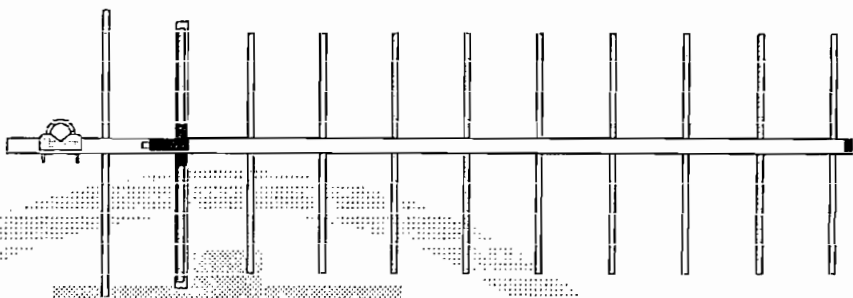
La conexión del balun y la línea de transmisión al elemento radiador está realizada con una **UNIÓN MOLECULAR INTERMETALICA LAMINADA UMIL**. Esta unión garantiza la ausencia total de corrosión en los lugares donde deben unirse la línea de transmisión y el balun (cobre) con la aleación de aluminio del elemento excitado. El resultado de esta técnica es la **totalmente** la reducción de la performance del enlace en el tiempo, así como los problemas de intermodulación que se generan por la conexión de contactos (juntas semiconductoras), ruidos de recepción y variaciones del nivel de señal transmitida.

La estanqueidad del dipolo se asegura mediante el encapsulado en resinas sintéticas sumamente resistentes y con protección contra la acción de los rayos UV. Estas resinas han sido probadas ampliamente por más de 20 años en otros productos de nuestra fabricación que funcionan expuestos a la intemperie, sin que se experimente degradación alguna. Entre las pruebas que se le realizan al dipolo, figura la de someterlo a inmersión en agua a 0,50 mL durante 10' a fin de comprobar su total estanqueidad.

El material utilizado en la construcción es aleación de aluminio, soldado en atmósfera inerte (Argón). Los elementos de sujeción, son de acero galvanizado por inmersión en caliente y de acero inoxidable.

SUMA DE YAGIS

Las yagis D11E-250BAS pueden ser sumadas, a fin de lograr diagramas de radiación especiales, como por ejemplo radiación bi-direccional, en este caso la ganancia se ve reducida en aproximadamente 3 dB en cada uno de los sentidos.



Se pueden obtener con las D11E-250BAS ganancias en azimut y elevación para diferentes usos, obteniendo control total sobre el lóbulo, mediante el emplazamiento lado a lado y/o una encima de la otra y/o ambas, sumando en los distintos campos (horizontal y/o vertical) suficiente cantidad de

yagis, para obtener tanto la ganancia como el cubrimiento necesario. Podemos proveer los arneses de enfilado correspondientes en cada caso.

Nuestro Departamento de Ingeniería puede asesorarlo al respecto.

CARACTERISTICAS ELECTRICAS

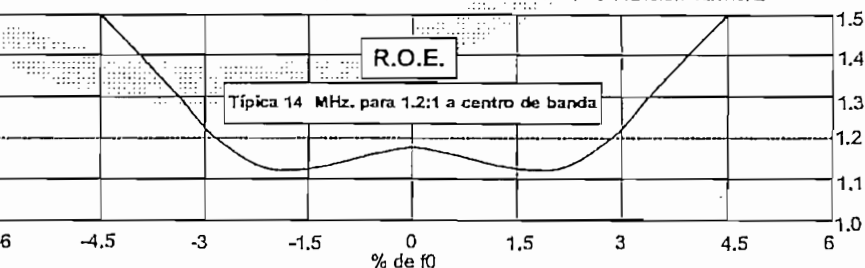
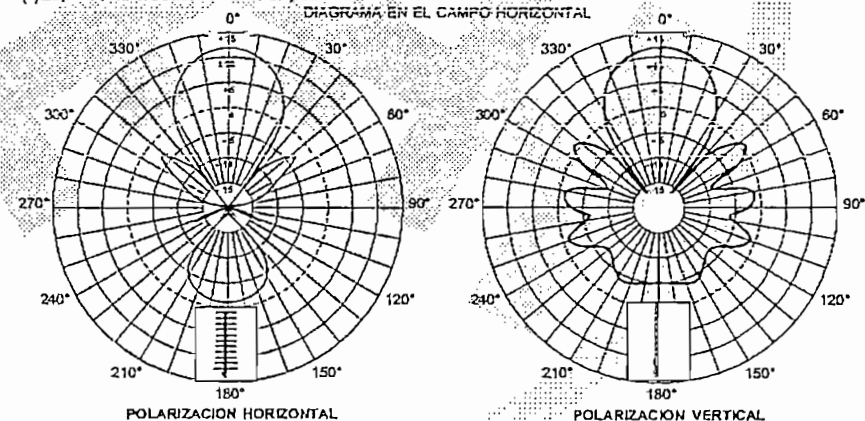
Rango de frecuencia	200 a 350 MHz (*)
Impedancia nominal	50 ohm
Relación de ondas estacionarias	ver gráfico
Ancho del lóbulo horizontal (-3DB)	35°
Ancho del lóbulo vertical (-3DB)	40°
Ganancia (Sobre media onda)	12dB
Relación antero posterior	13dB
Máxima potencia de entrada	250 Wati
Protección contra descarga	a tierra
Terminación estándar	conector "N" hembra

(*) Especificar frecuencia con el pedido

CARACTERISTICAS MECANICAS

Botalón	31,75 x 2,0 mm.
Diámetro de elementos parásitos (1)	12,7 x 1,5 mm.
Elemento irradiante	19,05 x 1,5 mm. y 12,7 x 1,5 mm.
Grampa de montaje	toma hasta 50,8 mm.
Máxima área expuesta	0,18 m ²
Máxima velocidad de viento	150 Km. x hora
Dimensiones con embalaje	3045 x 650 x 130 mm.
Peso sin embalaje	3,7 Kg.
Peso con emolaje (en cartón)	8,0 Kg.

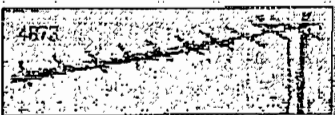
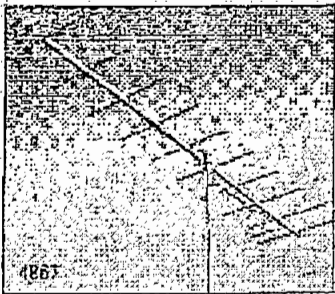
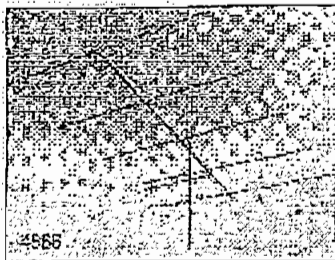
(1) con refuerzo interior de 9,52 x 1,5 mm.



BTY Single Channel VHF/UHF Antennas

BTY Series

ANTENNA



ORDERING INFORMATION:

BTY-5-LB
Stock No. 4866¹⁴

BTY-10-HB
Stock No. 4867¹⁴

FEATURES:

- High Gain, Low Side Lobes
- Foam Filled Elements Dampen Vibration
- Cantilever Mount Available

ORDERING INFORMATION:

BTY-10-U
Stock No. 4873¹⁴

FEATURES:

- High Gain, Low Side Lobes
- Rear Mount Simplifies Tower Mounting

BTY-5-LB, BTY-10-HB VHF ANTENNAS

The BTY Single Channel Antenna Series includes professional quality, single channel antennas designed for a variety of VHF applications. The BTY-5-LB covers low band VHF channels 2-5 using 5 antenna elements and the FM band using 5 antenna elements, while the BTY-10-HB covers high band VHF channels 7-13 using 10 antenna elements. The BTY Single Channel Antennas feature high gain, narrow beamwidth, and low side lobes for the desired channel.

These antennas are designed with a two piece boom allowing the antennas to be shipped via UPS to reduce freight and handling costs. Square boom construction and end-sealed aluminum elements provide added strength, excellent wind resistance and exceptional weathering properties. The heavy duty mounting bracket is constructed at the antenna's center of gravity for balanced mounting to the mast. These antennas can be rear mounted using a BTY-C-MOUNT Cantilever Antenna Mount. This style mount permits attaching the antenna to either the horizontal or vertical tower members. The BTY Series Antennas can accommodate a maximum mast size of 2.5" O.D. (outside diameter). These antennas feature a 75 Ω type "F" connector to provide feed on coaxial cable down leads.

SPECIFICATIONS	BTY-5-LB #4866	BTY-10-HB #4867	Unit
ELECTRICAL			
Gain Over Isotropic:	9.2	13.2	dBi
Bandwidth:	8 (2.51-23.1 FM)	8 (7-13)	MHz
Beamwidth (-3 dB)			
Horizontal:	65	51	°
Vertical:	70	49	"
VSWR:	1.67:1	1.33:1	
Front to Back Ratio:	17.0	17.0	dB
Return Loss:	12.0	17.0	dB
Impedance:	75	75	Ω
MECHANICAL			
Number of Elements:	5/3	10	

MECHANICAL	COMMON	Unit
Boom:	6053-T5 alum. tube 1.25" square, 0.082" wall	
Elements:	6053-T52 alum. tube 0.5" round, 0.098" wall	
Element Mounting Clamp:	11 gauge alum. (0.090")	
Element Locknut Plate:	8 gauge alum. (2.125")	
Mast Mounting Bracket:	stainless steel	
Operational/Survival:		
Wind Velocity:	125	mph
Output Connector:	Type "F", female, weather sealed	
Max. Mast Diameter (O.D.):	2.5	in.
Max. Shipping Size: (LxHxW)	79 x 4 x 6 201 x 10 x 15	in. cm
Maximum Shipping Weight:	13.25	lbs. kg

For more information on BTY-5-LB, and BTY-10-HB see chart on page B1-2.

BTY-10-U UHF ANTENNA

The BTY Single Channel Antenna Series, includes professional quality, single channel antennas designed for a variety of VHF and UHF applications. The BTY-10-U covers UHF channels 14-29 using 10 antenna elements. Individual channels being arranged into six channels. The BTY Single Channel Antennas feature high gain, narrow beamwidth, and low side lobes for the desired channel.

One piece, square boom construction and end sealed aluminum elements provide added strength, excellent resistance and exceptional weathering properties. Heavy duty mounting bracket is positioned at the center of the antenna for mounting directly to vertical tower members. This feature maximizes the signal reception of the antenna by keeping the elements clear of a structure. The BTY Series Antennas can accommodate a maximum mast size of 2.5" O.D. (outside diameter). These antennas feature a 75 Ω type "F" connector to provide feed on coaxial cable down leads.

SPECIFICATIONS (BTY-10-U)

BAND	A	B	C	D	E
ELECTRICAL					
Channels:	14-19	25-26	27-34	35-44	45-65-67
Gain Over Isotropic:	12.2	14.2	13.2	13.2	12.2
Beamwidth (-3 dB) Hor.:	46.0	46.0	46.0	45.6	42.0
VSWR:	1.33:1	1.67:1	1.26:1	1.37:1	1.43:1
Front to Back Ratio:	21	16	19	20	18
Return Loss:	12	16	14	14	15
Impedance:	75	75	75	75	75
MECHANICAL					
Boom:	6053-T5 alum. tube	1.25" square, 0.082" wall			
Length:	48.56	49.20	44.05	42.93	39.58
Reflector:					
Width:	12.89	12.44	11.00	10.59	10.00
Turning Radius:	46.00	45.50	41.50	40.44	37.00

MECHANICAL	COMMON
Boom:	6053-T5 alum. tube 1.25" square, 0.082" wall
Number of Elements:	10
ELEMENTS	COMMON
Dipole:	6053-T52 alum. tube 0.5" round, 0.098" wall
Reflector & Director:	6053-T52 alum. tube 0.39" round, 0.041" wall
Element Mount. Clamp:	11 gauge alum. (0.090")
Mast Mounting Bracket:	stainless steel
Max. Cross Sectional Area:	0.663
Wind Resistance:	14.52 lbs @ 100 mph
Operational/Survival Wind Velocity:	125
Output Connector:	Type "F", female, weather sealed
Max. Mast Diameter (O.D.):	2.5
Max. Shipping Size: (LxHxW)	50 x 3.5 x 3.25 127 x 9 x 34
Max. Shipping Weight:	4.25 1.93

Case No. 1255 (1) Specialty Antenna Corp. (2) Specialty Antenna Corp. (3) Specialty Antenna Corp. (4) Specialty Antenna Corp. (5) Specialty Antenna Corp.

BT #**BTY-5-LB** SINGLE CHAN. LB VHF ANTENNA 5 ELEMENT **SALE \$133.80** LIST \$243.30

BT #**BTY-10-HB** SIN. CHAN. HB VHF ANTENNA 10 ELEMENT **SALE \$133.80** LIST \$243.30

BT #**BTY-10-U** SINGLE CHAN. UHF ANTENNA 10 ELEMENT **SALE \$98.14** LIST \$178.45

FOR ALL TV ANTENNA PAGE>>>>>

FOR ALL TV ANTENNA PREAMPS (BEST WAY TO IMPROVE YOUR PICTURE QUALITY)>>>

FOR MORE ELECTRONIC PRODUCTS

RETURN TO STARKELECTRONIC.COM HOME PAGE

email to starkel@ma.ultranet.com

STARK ELECTRONIC

444 FRANKLIN ST. WORCESTER, MA.

CALL 508-756-7136 FAX 508-756-5752 MON-FRI 8:30-5PM EASTERN TIME

WE SHIP UPS ANYPLACE IN USA

WE ACCEPT

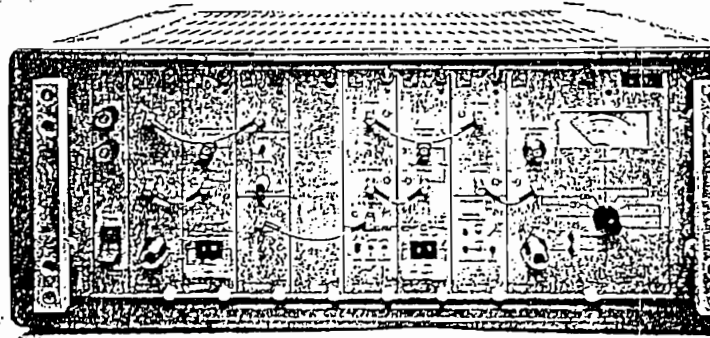


Cards

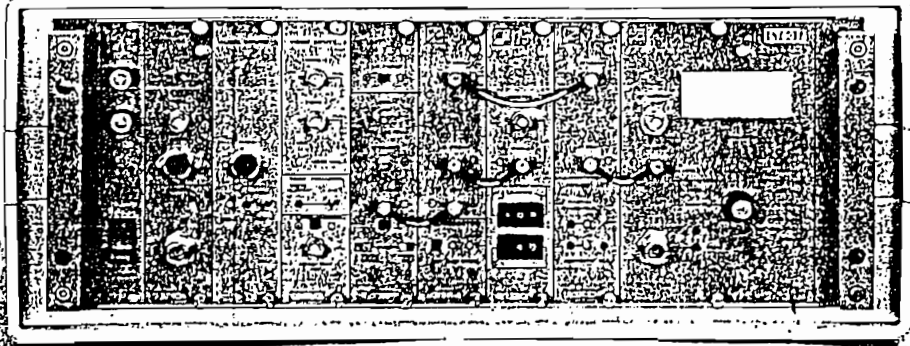
TV LINE

TV TRANSPOSERS

- ▶ ALL CONVERSION AND ALL STANDARDS AVAILABLE
- ▶ LOW NOISE PREAMPLIFIER
- ▶ INPUT/OUTPUT CHANNEL SELECTION SYNTHESIZED
- ▶ SQUELCH CIRCUIT TO SAVE ENERGY
- ▶ LINE OR PRECISION OFFSET
- ▶ DEMODULATOR PLUG-IN OPTIONAL
- ▶ CONVERSION FROM SATELLITE OR RADIO RELAY SIGNAL



BASIC TRANSPOSER L331: conversion from b. III to b. III, 10 W

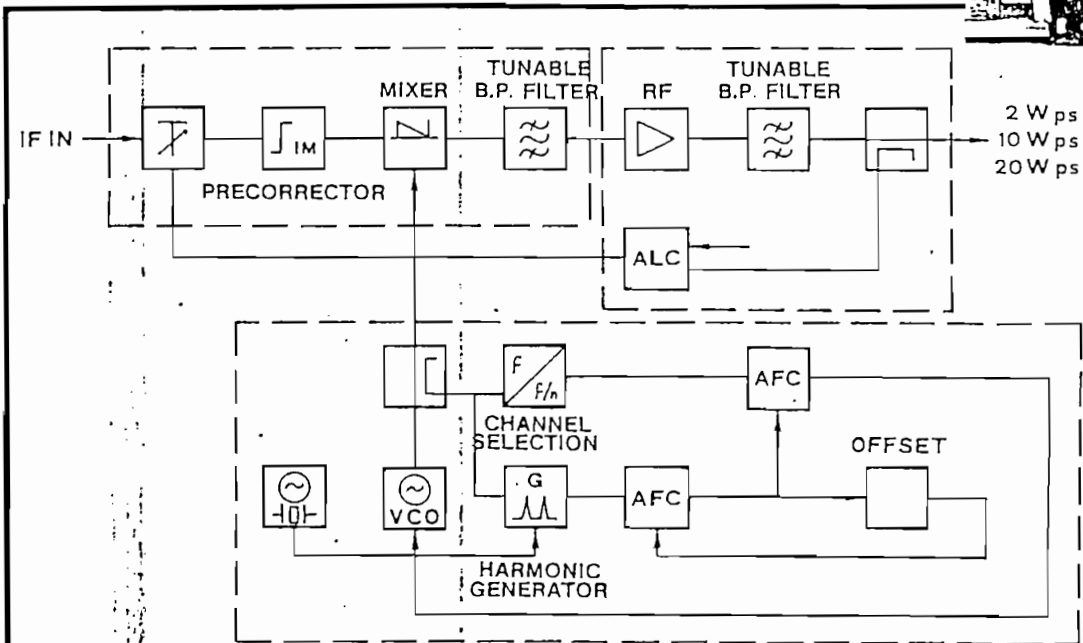


TRANSPOSER L760: conversion from SATELLITE to b. IV-V, 2 W



The use of a multifunction meter (see on the left side), a large number of diagnostic or status display LEDs, input/output connectors, all on the front panel, allow easy operation and a rapid control of the proper functioning of the equipment.

The maximum time necessary to replace a plug-in (in case of failure) is 15 sec., but the up-to-date solid state and strip-line technology guarantee years and years of functioning without any failure or signal alteration.



IF/RF CONVERTER, 2nd LOC. OSC., RF AMP., RF POWER PLUG-INS: BLOCK DIAGRAM

TV LINE

ITELCO is an broadcast equipment manufacturer with a market leadership position in Italy and an excellent world-wide reputation.

ITELCO has considerable breadth of experience, particularly in the TV broadcasting field.

ITELCO has designed an extremely flexible and modular line of TV transmitters and transposers that utilize the same mainframe and a series of plug-ins which are easily inserted and replaced.

This plug-in structure, the ergonomic arrangement of the different controls and connectors (all of them on the front panel) and electronic components (selected and easily available) guarantee easy installation and service, high and lasting reliability.

Only a few spare parts are necessary for an immediate repair job that can be done even by an unskilled person.

The equipment is subjected to factory testing for 48 hours under the most adverse working conditions in a climatic chamber at 50°C operating at full power.

The quality amply satisfies all the specifications demanded by international regulators and radio and television organizations all over the world.

With this new series it is possible to obtain all possible conversions and transmissions, in the same mainframe (4u, 19" rack) with output power from 2 to 20 W p.s..

In models with 2 W p.s. output power, cooling is obtained through natural convection while a proportional regulation fan is used in 10 W p.s. and 20 W p.s. output power models.

The power supply source, of the switching type, is located in the rear side of the mainframe; its efficiency is very high and this allows it to have very low consumption; this characteristic, together with the possibility of d.c. power supply, allows it to use eolian or photovoltaic generators.

A schematic BLOCK DIAGRAM concerning both TV exciter and transposer is shown below.

On the TV TRANSPOSER, the signal received from the antenna is applied to a RF input of the plug-in "RF/IF CONVERTER" after passing through a band-pass filter tuned on the reception channel, it undergoes a first amplification through a low noise stage, and then further band-pass filtering.

The RF signal, filtered and amplified, is sent to the mixer: owing to the beat with the signal coming from the local oscillator, it is converted to intermediate frequencies.

The local oscillator, necessary to make conversion has a very sophisticated circuit with channel direct selection which can be made through digital switches located on the front panel of the respective plug-in.

The crystal controlled time bases can be synchronized by an ovened master oscillator; they can also be phase-locked to a stable reference oscillator (ovened oscillator, rubidium or cesium generator)

Any frequency band has its own plug-in with the possibility of tuning the oscillator on any channel of the band; the channelling step depends on the standard used.

It is possible to insert the unit which realizes the line or precision offset, using an external generator; also in this case the setting of the required frequency offset takes place through digital switches located on the front panel.

The signal converted to intermediate frequency is applied to the input of the plug-in "IF

AMPLIFIER

lectively is excellent, dimensions are reduced and the electric characteristics provide a high degree of repeatability.

By the use of three different attenuators very good gain control and S/N ratio are obtained.

The control voltage supplied by the AGC circuit, demodulating the video signal and measuring its intensity during sync or back porch, is used by the squelch circuit: when the signal intensity to the transposer decreases below a preflexible threshold, this circuit interrupts the power supply to the final amplifier and controls a relay whose contacts are available for an external use.

The intermediate frequency signal is now available for a conversion on another TV channel.

On the TV EXCITER, the audio signal undergoes a first amplification, a pre-emphasis, a limitation of the frequencies higher than 15 KHz and an amplification variable relating to the deviation limiting circuit (excludable).

This signal modulates the subcarrier to the intercarrier frequency generated, according to the standard desired, by a frequency synthesizer.

The video signal present on one of the two video input connectors, automatically selected, is frequency limited and applied to the compensator circuit of the group delay through an attenuator.

The signal is then predistorted according to the standard used, and through video processor, it is restored so as to modulate the vision carrier to intermediate frequency.

The vision carrier passes through a vestigial band-filter: at the filter output the sound intermediate frequency is added to the vision intermediate frequency.

The IF signal, coming either from the exciter or the transposer input plug-ins, is sent to the input of the "IF/RF CONVERTER" (see the detailed block diagram).

The linearity precorrector circuit is kept inside this unit: it carries out a selective predistortion in IF signal so as to compensate the non-linearity distortion produced by power amplification stages.

By using this circuit it is possible to reduce intermodulation products so that driving power can be increased (up to 3 dB) with the same current drain.

To modify the input/output transfer function (non-linear) of the precorrector it is necessary to

operate two controls called "KNEE" and "SLIP". The first one shifts the knee which separates the non-linear from the linear path while the second one changes the non-linear path slope.

Being very important that the input level to the precorrector be correlated to the output power, the precorrector is preceded by a PIN diode constant impedance attenuator controlled by ALC circuit.

The IF signal coming from the precorrector is amplified and sent to the mixer. The result of the beat with the second local oscillator is an RF signal on the desired channel.

The following band-pass filter eliminates both image frequency and the residual part of the local oscillator.

The signal, now converted, reaches power amplification stages. A solid state broadband preamplifier delivering nearly 20 dBm output power is used for each band.

The ALC (Automatic Level Control) and power limiting circuit are also in this plug-in.

The control voltage supplied by the ALC circuit is obtained by demodulating the RF signal coming from the output coupler and by measuring its intensity during sync or back porch.

A fast limiter circuit prevents the control voltage supplied by the ALC circuit, from going over, a preflexible safety threshold; in this way possible power transients will not produce dangerous overdriving in the final power stage.

The output signal from the RF preamplifier is applied to the input of the plug-in "POWER AMPLIFIER AND MEASURES" where it is amplified in order to increase the output power up to 20 or 20 W p.s. respectively.

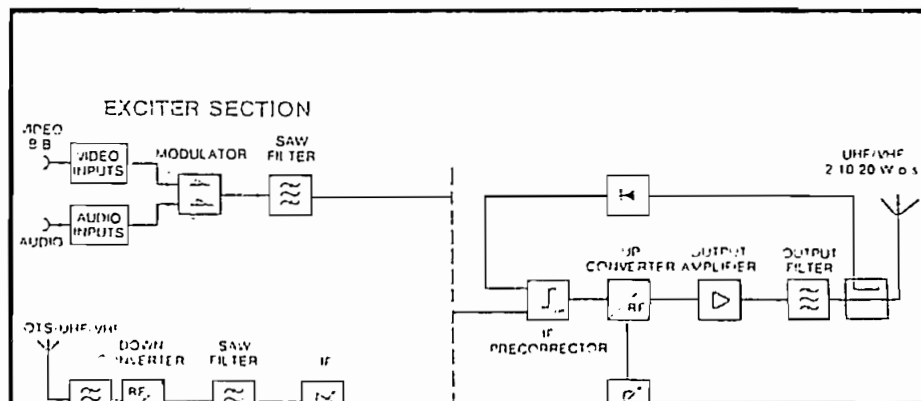
All power stages are broadband and solid state and they use transistors coupled by means of quadrature hybrid couplers.

The use of this configuration increases reliability and gives very good impedance matching.

A tunable band-pass filter useful to suppress intermodulation products, inevitably present outside the transmission channel, comes after the final amplifier stage.

A directional coupler for direct and reflected power measurement comes after the filter stage. Circuits relating to the multifunction meter complete the plug-in; input level, direct and reflected power, power supply voltages and oscillators lock can be read on this meter.

In case some of the measures are not in accordance with specifications a protection circuit displays the failure and stops the power supply source to final stages.



CHARACTERISTICS	TV EXCITER	TV TRANSPOSER
TV standard and frequency range	all international standards are available in VHF and UHF band (1) synthesized	all conversions in all international standards are available (1) synthesized
Channels	see MODEL TABLE	see MODEL TABLE
Output power	50 ohm, unbalanced	50 ohm, unbalanced
Output impedance	10/1	10/1
Visual/aural power ratio	N standard	N standard
Input/Output connectors	≤ -55 dB (58 typical)	≤ -55 dB (58 typical)
IMD (three tone test (2), ref. to visual peak)	≤ -60 dB	≤ -60 dB
Harmonics emissions (ref. to visual peak)	≤ -60 dB	≤ -60 dB
Spurious emission (ref. to visual peak)	8 MHz (3)	8 MHz (3)
Band Width (-1, dB)	± 7 ppm (0 ÷ 40° C), 0.5 ppm/year (ovened oscillator optional)	± 7 ppm (0 ÷ 40° C), 0.5 ppm/year (ovened oscillator optional)
Frequency stability	200 μV ± 20 mV	200 μV ± 20 mV
AGC		
VISUAL		
Type of modulation	Amplitude AS negative (3)	
Video input impedance	75 ohm	
Video input level	1 Vpp ± 6 dB (adjustable)	
Input return loss	> 35 dB in band	
Amplitude frequency response	25 Hz - 5 MHz ± 0.2 dB	
Group delay variation	≤ ± 35 ns	
Differential phase	≤ ± 2° (10 ÷ 75% modulation)	
Differential gain	≤ 3% (10 ÷ 75% modulation)	
Linearity	≥ 96%	
S/N ratio	unweighted ≥ 56 dB CCIR weighted ≥ 63 dB	
Video processor		
White limiter and sync generator	disconnectable	
White limiter	automatically at 92% of the modulation without affecting the chrominance	
Sync reconstruction	synchronism amplitude stabiliser	
Two video inputs	with automatic changeover	
AURAL		
Class of emission	Frequency F3 (3)	
Input impedance	600 ohm bal.	
Input level	0 dBm ± 10 dB	
Amplitude frequency response	30 Hz - 15 KHz ± 0.5 dB	
Preemphasis	50 μs (75 μs FCC) (3)	
Deviation	50 KHz (25 KHz FCC) (3)	
THD	≤ 0.3% (at 40 ÷ 15000 Hz)	
FM S/N ratio	unweighted ≥ 60 dB	
AM S/N ratio	unweighted ≥ 46 dB	
Audio limiter	disconnectable	
RECEIVER SECTION		
Input level		100 μV ± 20 mV
Noise figure		≤ 5 dB (UHF), ≤ 4 dB (VHF)
S/N ratio (pp/RMS)	unweighted	≥ 52 dB (2 mV input level VHF-UHF)
Intermediate frequency		CCIR (38.9 MHz), FCC (45.75 MHz) or other standard
GENERAL DATA		
Ambient temperature	20 - 45° C (50° C opt.)	20 - 45° C (50° C opt.)
Relative humidity	≤ 90%	≤ 90%
Power supply requirements	220/110 Vac ± 10%	220/110 Vac ± 10%
	50/60 Hz, single phase	50/60 Hz, single phase
	12/24/48 Vdc (1)	12/24/48 Vdc (1)
Power consumption	see MODEL TABLE	see MODEL TABLE
cooling system	convection (proportional blower for 10 and 20 W)	convection (proportional blower for 10 and 20 W)
Dimensions	units: mm	units: mm
	4 (19" rack standard)	4 (19" rack standard)
	H = 210, W = 540, D = 450	H = 210, W = 540, D = 450
	H = 8.3, W = 21.3, D = 17.8	H = 8.3, W = 21.3, D = 17.8
Weight	kg	kg
	22	22
	lbs	lbs
	48.5	48.5

(1) Please specify in case of order
 (2) Measured with VC = -8 dB, AC = -10 dB, CSB = -17 dB
 (3) Variable according to the standard used.

EXCITERS

Type (1)	Channel	Output power (W p.s.)	Power consumption (W)	Type (1)	Channel	Output power (W p.s.)	Power consumption (W)
T 630	b. IV-V	2	70	T 130	b. I	2	60
T 611	b. IV-V	10	110	T 111	b. I	10	100
T 330	b. III	2	60	T 131	b. I	20	120
T 311	b. III	10	100	T 100 (2)	IF	—	20
T 331	b. III	20	120				

(1) Please specify the desired standard in case of order.
 (2) Available in compact design too (2 units rack)

Optional: - Dual sound
 - Demodulator plug-in
 - Audio/Video externally duplexed

TRANSPOSERS

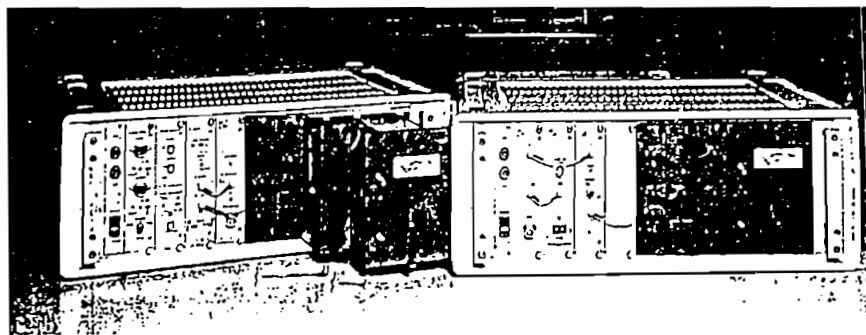
Type (1)	Conversion	Output power (W p.s.)	Power consumption (W)	Type (1)	Conversion	Output power (W p.s.)	Power consumption (W)
L 610	b. IV-V/b. I	2	60	L 160	b. I/b. IV-V	2	70
L 611	b. IV-V/b. I	10	100	L 161	b. I/b. IV-V	10	110
L 612	b. IV-V/b. I	20	120	L 710	b. OTS/b. I	2	60
L 630	b. IV-V/b. III	2	60	L 711	b. OTS/b. I	10	100
L 631	b. IV-V/b. III	10	100	L 712	b. OTS/b. I	20	120
L 632	b. IV-V/b. III	20	120	L 730	b. OTS/b. III	2	60
L 660	b. IV-V/b. IV-V	2	70	L 731	b. OTS/b. III	10	100
L 661	b. IV-V/b. IV-V	10	110	L 732	b. OTS/b. III	20	120
L 310	b. III/b. I	2	60	L 760	b. OTS/b. IV-V	2	70
L 311	b. III/b. I	10	100	L 761	b. OTS/b. IV-V	10	110
L 312	b. III/b. I	20	120	L 010	IF/b. I	2	50
L 330	b. III/b. III	2	60	L 011	IF/b. I	10	90
L 331	b. III/b. III	10	100	L 012	IF/b. I	20	110
L 332	b. III/b. III	20	120	L 030	IF/b. III	2	50
L 360	b. III/b. IV-V	2	70	L 031	IF/b. III	10	90
L 361	b. III/b. IV-V	10	110	L 032	IF/b. III	20	110
L 110	b. I/b. I	2	60	L 060	IF/b. IV-V	2	60
L 111	b. I/b. I	10	100	L 061	IF/b. IV-V	10	100
L 112	b. I/b. I	20	120	L 100	b. I/IF	—	20
L 130	b. I/b. III	2	60	L 300	b. III/IF	—	20
L 131	b. I/b. III	10	100	L 600	b. IV-V/IF	—	20
L 132	b. I/b. III	20	120				

(1) Please specify the desired standard in case of order.

ITELCO exciters and transposers have in common other than the mainframe also many plug-ins: IF/RF CONVERTER, SYNTHESIZED LOCAL OSCILLATOR, RF AMPLIFIER, POWER AMPLIFIER AND MEASURES.

As a consequence the service of these ITELCO equipment costs very little in terms of spare parts and it is possible to interchange the plug-ins without retuning.

The transposers differs from the exciter only in three plug-ins (see the photo on the right side).



common plug-ins of the TRANSMITTER SECTION

T313S

General Description

The ITELCO T313S (502533110) is a TV transmitter with split amplification of vision and sound carriers, operating in the whole band III (from 174 to 230 MHz) in accordance with the standard M.

The rated output power is 1kWps/100W.

The equipment is designed in order to fully comply with the requirements for the safety of personnel as specified in the IEC 215 rules.

The transmitter is completely solid state and full broadband. The use of solid state components has made the simple and compact construction of the transmitter possible: in fact, the whole transmitter is arranged in a 19 inches 40 HE single rack where take place the exciter, the solid state vision power amplifier, the solid state sound power amplifier, the vision/sound combiner, the power supply unit, the air cooling system, the remote interface unit and the check panel.

Each unit is designed in order to be easily removed and individually checked.

The transmitter is practically maintenance-free: in fact, just cleaning or replacing, at regular intervals, the air filters placed on the front door is required.

The transmitter is designed for unattended operation, therefore it is equipped for remote control.

Exciter

As exciter is employed the type T311S (502531110), designed to be used in split amplification transmitters. The rated output power is 10Wps at the output of the vision amplifier and 1W/0.2W at the output of the sound amplifier.