

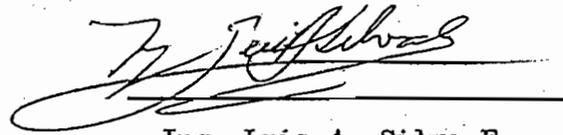
DISEÑO Y FUNCIONAMIENTO DE UNA ESTACION MONITORA

TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE  
INGENIERO EN LA ESPECIALIDAD DE ELECTRONI  
CA Y TELECOMUNICACIONES DE LA ESCUELA PO-  
LITECNICA NACIONAL.

JORGE E. LUSSIO OQUENDO

Quito, Diciembre de 1.970

Certifico que este trabajo  
ha sido realizado en su to-  
talidad por el Sr. Jorge E.  
Lussio Oquendo.

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'Luis A. Silva E.', is written over a horizontal line. The signature is stylized and cursive.

Ing. Luis A. Silva E.

CONSULTOR DE TESIS

I N D I C E

	Página
Prólogo .....	1
 <u>PARTE PRIMERA .- INTRODUCCION</u> =====	
 <u>Capítulo Primero</u>	
Análisis de las Recomendaciones Internacionales en el Campo de la Administración del Espectro Radioeléctrico	5
 <u>Capítulo Segundo</u>	
Análisis de la Situación Real del País en Cuanto a la Administración del Espectro de Frecuencias Radioeléc- tricas .....	16
Breve Reseña Histórica de las Telecomunicaciones en - el País .....	16
 <u>Capítulo Tercero</u>	
Análisis de la Legislación y Reglamentación Naciona- les .....	24
Reglamento de Instalaciones Radioeléctricas de 1.941	24
Ampliaciones al Reglamento de 1.941 .....	29

Observaciones ..... 29

PARTE SEGUNDA .- DISEÑO DE LA ESTACION MONITORA

Capítulo Cuarto

Condiciones Fundamentales que Debe Tener el Lugar o --  
 Región Donde se Vaya a Construir una Estación y su --  
 Justificación ..... 32  
 Influencia de Factores Geográficos y Atmosféricos ... 32  
 Superficie Mínima Prudencial ..... 35  
 Problemas de Ruido ..... 36  
 Problemas de Interferencia de Redes Portadoras de E--  
 nergía Eléctrica ..... 39  
 Efecto del Blindaje y Realidad Práctica ..... 42

Capítulo Quinto

Análisis Técnico del Terreno que Deberá Ocupar la Es-  
 tación ..... 45  
 Calidad del Suelo de Acuerdo a Características de --  
 Propagación ..... 45  
 Calidad de Suelos de Acuerdo a su Resistencia ..... 47  
 Resumen de Recomendaciones ..... 48

Capítulo Sexto

Estudio de la Distribución más Apropriada del Edificio	
Desde los Puntos de Vista Funcional y Económico .....	51
Servicios que Debe Prestar la Estación .....	51
Condiciones Previas a la Determinación de Superficies	52
Número Mínimo de Receptores .....	54
Equipo Complementario .....	56
Determinación de Areas .....	56
Distribución Funcional y Diseño .....	58
Construcciones Complementarias.- a) Para Vehículos y	
Blanta Eléctrica de Emergencia .....	60
Para Transmisores .....	61

Capítulo Séptimo

Justificación de los Tipos de Antenas a Usarse y su	
Localización con Respecto al Edificio .....	64
Criterios para la Determinación de Antenas .....	64
Instalaciones Futuras .....	67
Localización de las Antenas y Líneas de Transmisión	
Apropiadas .....	69
Antenas Especiales: .....	73

Capítulo Octavo

Características que deben Cumplir los Equipos Elec-	
trónicos de Medición y su Justificación .....	77

	Página
Receptores: .....	77
Equipo para Mediciones de Frecuencia .....	79
Aparatos para el Control Automático de Ocupación del - Espectro .....	80
Equipo de Medición de Anchura de Banda .....	81
Equipo de Identificación .....	83
Generadores de Señales .....	84
Equipo Adicional .....	85
Cuadro de Equipo Necesario .....	85

Capítulo Noveno

Diagramas de Conexión de los Equipos Electrónicos.....	88
Diagrama de Conexión de Antenas .....	88
Diagrama de Conexión de Aparatos .....	89

Capítulo Décimo

Equipo Necesario para el Laboratorio de Reparaciones..	94
--	----

PARTE TERCERA.- FUNCIONAMIENTO

Capítulo Décimo Primero

Receptores .....	98
------------------	----

	Página
Aparatos de Campo de Acción Limitado .....	99
Osciloscopio .....	100
Analizador-Registrador de Espectro .....	100
Generadores de Señal .....	101

Capítulo Décimo Segundo

Forma de Operar cada Equipo .....	104
Operación de Receptores .....	104
Frecuencímetros .....	105
Registrador-Analizador de Espectro .....	107
Forma de Operar el Osciloscopio .....	108
Equipos de Cualidades Operacionales Simplificadas ...	110

PARTE CUARTA.- EQUIPOS ADICIONALES

Capítulo Décimo Tercero

Equipos Adicionales .....	115
Equipos Móviles de Medición de Campo .....	115
Equipos de Radiogoniometría S/.....	117
a) Radiogoniómetro Fijo .....	118
b) Equipos de Radiogoniometría Móvil .....	120
Vehículos .....	121
Planta Eléctrica de Emergencia .....	121
Tablero de Conmutación de Energía Eléctrica .....	124

Conclusiones ..... 125

Anexos

Anexo 1 ..... 128

Anexo 2 ..... 130

Referencias ..... 131

Bibliografía ..... 132

INDICE DE TABLAS CUADROS Y ESQUEMAS

	Página
Cuadro de Número de Radiodifusoras por Provincias ...	20
Cuadro de Número de Radiodifusoras Según la Potencia..	21
Cuadro de Características de Propagación para Suelo de Tierra Fina .....	46
Cuadro de Datos Estadísticos .....	53
Cuadro A .....	65
Cuadro B .....	66
Cuadro de Atenuaciones para Líneas de Transmisión ....	71
Cuadro C .....	86
Diagrama de Conexión de Antenas ( Diagrama 1 ) .....	89
Diagrama de Conexión de Equipos ( Diagrama 2 ) .....	91

PROLOGO

En vista de que el País hasta el momento no ha podido llevar un verdadero control del Espectro Radioeléctrico por falta de un estudio apropiado de los medios que existen para el efecto, decidí hacer un compendio total de análisis relacionados -- con el Control Técnico de las Emisiones Radioeléctricas, de acuerdo a las características geográficas, metereológicas, geológicas y humanísticas de nuestro País.

El Ecuador actualmente necesita con urgencia la acción de Estaciones Monitoras que le permitan escudriñar las fallas de Administración existentes en el campo de las Telecomunicaciones, y en consecuencia las fallas de los Reglamentos Nacionales al respecto. Entonces, este trabajo tiene por objeto facilitar el establecimiento de una o más Estaciones Monitoras a lo largo del País y a su vez despertar el interés de los ingenieros que trabajan en las Telecomunicaciones del Ecuador, para que se realicen futuros estudios completos de propagación, que son tan necesarios para el correcto desenvolvimiento de las actividades -- en toda la República.

En los tres primeros capítulos se da una idea del desempeño de las Administraciones Internacionales y Nacionales en el campo de las Telecomunicaciones; mientras que de el capítulo -- cuarto al capítulo décimo tercero, se analizan los detalles de--

diseño y funcionamiento de la Estación Monitora.

Agradezco a la Escuela Politécnica Nacional por las facilidades que me prestó a través de su Biblioteca y de su Laboratorio Electrónico.

Doy las gracias a todos los profesores del Departamento de Electrónica por su colaboración en el desarrollo de mi trabajo y en especial deseo agradecer al Ingeniero Luis Silva por su acertada orientación como Director de Tesis.

PARTE PRIMERA

INTRODUCCION

## CAPITULO PRIMERO

ANALISIS DE LAS RECOMENDACIONES INTERNACIONALES EN EL CAMPO DE

LA ADMINISTRACION DEL ESPECTRO RADIOELECTRICO

El Reglamento de Radiocomunicaciones es el que contiene - todos los preámbulos que determinan la Administración del Espectro Radioeléctrico en términos generales y en cuanto a rangos - de frecuencias globales respecta.

Sin embargo, para tener un conocimiento más amplio de los procesos que se llevan a cabo, se va a hacer un pequeño estudio de las Reglas de Procedimiento del I.F.R.B. (Oficina Internacional de Registro de Frecuencias).

Para mirar de una manera más amplia los diferentes puntos de las Reglas de Procedimiento, se citarán sólo a manera de ejemplo unos cuantos numerales o artículos del Reglamento de Radiocomunicaciones, y algunos conceptos de un eventual punto mencionado para consultar algún libro de disposiciones.

En el capítulo "B" de las Reglas de Procedimiento del I.F.R.B., se menciona de comienzo el Artículo No.9 del Reglamento de Radiocomunicaciones que trata sobre notificación e inscripción de frecuencias en el Registro Internacional de Frecuencias, y dice:

"Deberá notificarse a la Junta Internacional de Registro

de Frecuencias, toda asignación de frecuencia relativa a una es tación terrestre, de radiodifusión, terrena, terrestre de radio navegación, terrestre de radio localización, de frecuencias patrón o terrestre del servicio de ayudas a la metereología.

- a) Si la utilización de la frecuencia en cuestión es susceptible de causar interferencia perjudicial a cualquier servicio de otra administración;
- b) Si la frecuencia se utiliza para la Radiocomunicación Inter nacional;
- c) Si se desea obtener el reconocimiento internacional de la utilización de dicha frecuencia".

Este Artículo No.9 es de suma importancia debido a que -- por él se rigen todas las emisiones, especialmente de carácter internacional que deben estar controladas por la Junta Internacional de Registro de Frecuencias.

Las emisiones de onda corta como tienen un alcance de -- grandes proporciones, deben estar controladas por éste organismo mencionado. Además el Artículo No.9 tiene muchos puntos de ampliación que especifican ciertas condiciones en las que se re gistran las frecuencias asignadas por una determinada Adminis-- tración. En estas ampliaciones están especificadas notificacio nes de Asignaciones de Frecuencia a las que no se aplican las -- disposiciones del Artículo No.9 como son por ejemplo aquellas --

destinadas a frecuencias para estaciones radiotelegráficas de -  
barco, que funcionan entre 4.000 y 28.000 KHz como también noti-  
ficaciones relativas a frecuencias destinadas a comunicaciones-  
entre estaciones móviles.

Para los Procedimientos Administrativos de tramitación de  
las notificaciones de asignaciones de frecuencia, se analiza en  
primer lugar las frecuencias superiores a 28.000 KHz, utiliza--  
das por numerosas estaciones en una zona determinada. Primera--  
mente se estudian las notificaciones anticipadas, se continúa -  
con notificaciones recibidas por la Junta más de 30 días des --  
pués de la fecha notificada, como también se analiza la tramita-  
ción de notificaciones recibidas por la Junta, notificaciones -  
incompletas, notificaciones retiradas, objeciones y peticiones;  
así como también se lleva un registro completo de las anulacio-  
nes.

El I.F.R.B. tiene una circular semanal que contiene toda  
la información concerniente a las notificaciones completas re--  
cibidas, incluyendo las notificaciones relativas a modificacio-  
nes de las características esenciales o no esenciales de las --  
asignaciones existentes.

Con todos los datos acumulados se procede a la preparación  
de las Hojas de Cálculo que sirven para planificar una óptima -  
utilización y distribución del espectro de Radiofrecuencia.

La Junta Internacional de Registro de Frecuencias se en--

carga además de estudiar las asignaciones situadas en un límite de banda y asignaciones cuyas emisiones invaden una banda no apropiada, por medio de todos los datos acumulados en las Hojas de Cálculo. Las asignaciones de frecuencia se las hace de acuerdo a convenios como el Europeo de Radiodifusión de Copenhague de 1.948, el Acuerdo Regional de Ginebra de 1.960; el Acuerdo Regional para la Zona Europea de Estocolmo de 1.961 y, el Acuerdo Regional para la Zona Africana de Radiodifusión de Ginebra de 1.963.

El procedimiento técnico aplicable en las bandas de frecuencia comprendidas entre 4.000 y 28.000 KHz exceptuadas las bandas de frecuencia atribuidas exclusivamente al servicio móvil aeronáutico o al servicio marítimo, no necesita de ningún examen técnico siempre y cuando la frecuencia de asignación esté coordinada por la administración que corresponde. Por lo general, lo que se hace es una comprobación del examen preliminar, y un examen técnico se hace solamente en el caso de que fuera necesario.

La utilización de las Hojas de Cálculo es importante para la obtención de datos, en especial de las Hojas No.1 y No.3 del I.F.R.B., al mismo tiempo que deben inscribir en estas Hojas de Cálculo nuevos datos que resultan del examen técnico y de la comprobación del examen preliminar. Para acumular estos datos es necesario tomar en cuenta factores como el radio de acción de los circuitos que se están estudiando; así por ejemplo,

se estudia circuitos de radio inferior a 1.000 km. También es -- necesario saber cual es la ganancia de antena de transmisión es pecificando si la antena es directiva y, la discriminación de -- la antena de recepción de la asignación existente.

Para continuar con el análisis de una banda de frecuencia comprendida en este rango, se recomienda utilizar las curvas de intensidad de campo y la representación de los valores de MUF -- en la Hoja de Cálculo No.1; además la aplicación de la Norma -- Técnica A2, para determinar el valor de la intensidad de campo-- mínima a proteger. De igual forma son importantes la aplicación de la Norma Técnica A3, para determinar el efecto de discrimina-- ción del receptor y la aplicación de la Norma Técnica A1 para -- determinar la relación mínima de protección requerida entre la-- señal deseada y la señal interferente. Es importante la inter-- pretación de los valores de la MUF mediana en relación con la -- probabilidad de utilización de la frecuencia de una asignación, para de aquí determinar los períodos en que la frecuencia asig-- nada es normalmente utilizable para el circuito considerado, -- así como el análisis del fenómeno de salto en el trayecto de la interferencia.

Uno de los principales objetivos de todo este análisis es el de ver la protección que requieren las asignaciones existen-- tes, dependiendo de la clasificación a la que pertenezcan, así-- como por ejemplo aquellas situadas en el territorio de una admi-- nistración que somete una notificación o asignaciones existen--

tes del servicio fijo (FX) y móvil terrestre (FB), notificadas con varias localidades o en una región de recepción, o aquellas que utilicen la propagación de la onda terrestre en las bandas de frecuencias superiores a 14.350 KHz o de estaciones costeras en las bandas atribuidas al servicio móvil ma rítimo en compartición con otros servicios o a asignaciones de estaciones aeronáuticas OR y otros servicios entre 4.000-KHz y 28.000 KHz, etc.

Luego se continuará con los exámenes de nuevas notificaciones de ciertos tipos, según la clasificación a la que pertenezcan conforme hayan llegando.

El procedimiento técnico aplicable en las bandas de frecuencia comprendidas entre 10 y 2.850 KHz, 3.155 y 3.400 KHz y entre 1.500 y 4.000 KHz, sigue un orden bastante parecido al descrito en el rango de frecuencia anterior. En este caso se va a citar el Apéndice No.1 del Reglamento de Radiocomunicaciones que trata sobre la coordinación de la utilización de la frecuencia con la administración que corresponda, que dice así:

"Toda información complementaria suministrada por la Administración, deberá figurar en el lugar previsto a tal efecto en el formulario de notificación, teniendo en cuenta que:

- 1.- La asignación debe hacerse en aplicación de un acuerdo regional o de servicio.

2.- Debe indicarse el nombre de la Administración con la cual se ha efectuado una coordinación para el uso de la frecuencia -- frecuencia".

Según se puede ver, el Reglamento de Radiocomunicaciones ha clasificado y coordinado las bandas de frecuencia en todo el rango de acuerdo a las diferentes necesidades.

La selección de las asignaciones susceptibles de resultar afectadas se la hace de acuerdo a las características de cada grupo de frecuencias, siendo necesario ahora utilizar la Hoja de Cálculo No.5 por lo cual todos los datos nuevos que hay que aumentar a dicha Hoja de Cálculo deben hacerse con los respectivos criterios.

El rango de 10 a 2.850 KHz es de mucha importancia porque contiene el servicio de Radiodifusión, además de Radiofaros no direccionales.

En lo que respecta a las asignaciones para Estaciones de Radiodifusión en las bandas de frecuencia inferiores a 1.605 -- KHz, se aplicará el procedimiento preliminar definido por cada país, acogiéndose desde luego a ciertas recomendaciones del I.F.R.B.

Uno de los capítulos más importantes es aquel de las conclusiones formuladas respecto de notificaciones de asignación de frecuencia, en las bandas comprendidas entre 10 y 28.000 KHz

exceptuadas las atribuidas exclusivamente al servicio de Radio. difusión entre 5.950 y 26.100 KHz, al servicio móvil aeronáutico entre 2.850 y 18.030, o al servicio móvil marítimo entre -- 4.000 y 28.000 KHz. Cada conclusión está representada por uno o varios símbolos, que se encuentran escritos en las respectivas columnas, acompañadas del significado de cada símbolo. De aquí, que toda persona que se encuentre interesada en las Telecomunicaciones, debe familiarizarse con los reglamentos del -- I.F.R.B., en especial con las Reglas de Procedimiento que contienen los cuadros donde se hallan inscritos los símbolos citados.

Las conclusiones se las estudia primeramente como conclusiones parciales y conclusiones de conjunto. Todas aquellas -- conclusiones que tengan que ver con una nueva asignación, con cambios en las características esenciales de una asignación o con la modificación de una asignación existente que se ajuste a las disposiciones citadas en el No. 501 del Reglamento de Radiocomunicaciones, son estudiadas aparte y acompañadas de sus respectivos cuadros. También se tienen las conclusiones formuladas respecto de nuevas notificaciones relativas a asignaciones para estaciones aeronáuticas: OR, en las bandas compartidas por el servicio móvil aeronáutico OR y otros servicios entre 2.505 y 28.000 KHz.

Los dos primeros grupos citados hacen un análisis detallado de las conclusiones basándose en los símbolos que las repre-

sentan, conforme a los reglamentos y a las Normas Técnicas previamente establecidas. Así por ejemplo las conclusiones de conjunto subdividen el análisis en conclusiones representadas por los símbolos B y X; conclusiones representadas por los símbolos D y X; conclusiones representadas por los símbolos D B y X; etc.

Para estudiar los grupos de conclusiones que tienen que ver con las asignaciones de frecuencia, es necesario observar la clasificación de los resultados de la aplicación de los procedimientos técnicos que se dió anteriormente. Esta clasificación se basa en la relación de protección de la asignación existente, distinguiendo cinco casos según los cuales se hace el estudio de las conclusiones respectivas.

Con todo lo expuesto hasta este momento se puede ver la importancia que tienen las reglamentaciones y las normas dictadas por Organismos que dependen de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, cuya sede se encuentra en Ginebra.

Con lo citado acerca de las Reglas de Procedimiento del I.F.R.B., aunque en forma muy resumida, basta para darse cuenta de como desarrollan estos Organismos todos los pasos a seguirse para que el uso de las frecuencias que invaden el espectro radioeléctrico no sea un caos que afecte incluso las Relaciones Diplomáticas Internacionales.

El Reglamento de Radiocomunicaciones tiene entre sus páginas, el cuadro de división de frecuencias donde se destina se

gún el tipo de servicio un rango apropiado y funcional de frecuencia. Esta división se ha hecho distribuyendo el globo terrestre en tres regiones, de las cuales el Ecuador se encuentra en la segunda. La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) se encarga de verificar que cada país cumpla con las disposiciones de este Reglamento, en especial lo que atañe al cuadro de división de frecuencias siendo que cualquier anomalía respecto a la asignación de alguna frecuencia trata de solucionarse entre los países afectados e infractor, para luego en caso de que esto no diera resultado el país afectado se dirige directamente a la UIT para que ésta se encargue de solucionar el problema por medio de las vías legales con que cuenta por ser parte de la Organización de las Naciones Unidas.

CAPITULO SEGUNDO

ANALISIS DE LA SITUACION REAL DEL PAIS EN CUANTO A LA ADMINIS-

TRACION DEL ESPECTRO DE FRECUENCIAS RADIOELECTRICAS

Breve Reseña Histórica de las Telecomunicaciones en el País.-

En la década que va de 1.940 a 1.950 se comenzó a notar un rápido crecimiento tanto en las Telecomunicaciones Nacionales como en la Radiodifusión. Ante este hecho el Gobierno Ecuatoriano se preocupó por vez primera de reglamentar el uso del espectro de frecuencias.

El día 3 de Julio de 1.940 se formó el primer reglamento de las Estaciones de Telecomunicaciones que consta en el Registro Oficial No. 478. Al siguiente año el día 4 de Abril se estableció el Reglamento de Instalaciones Radioeléctricas, el mismo que actualmente se halla en vigencia. A este Reglamento se le ha ido reformando y ampliando conforme a las necesidades que se han manifestado con el transcurso del tiempo. La primera de estas reformas tuvo lugar el 31 de Octubre de 1.945 y consta en el Registro Oficial No. 421.

Sin embargo este Reglamento no ha sido el único y se han dictado otras leyes a más de las mencionadas o en substitución de éstas debido a cambios en la Administración principalmente. En primer lugar tenemos el Texto Reglamento de Radiotelecomunicaciones de la Marina Mercante que se lo hizo el 28 de Octubre-

de 1.950.

El 15 de Mayo de 1.952 se estableció un Reglamento de --- Instalaciones Radioeléctricas que hasta este momento ha sido -- considerado como el mejor y más apropiado para el País, a pesar de lo cual tuvo una vida efímera, porque fue derogado el 11 de Octubre del mismo año por Decreto Ejecutivo No. 871. Este Re-- glamento consta en el Registro Oficial No. 1.115.

Con el aumento de las estaciones de radio se vió la necesidad de cobrar una pensión inponible pagadera mensualmente de conformidad con la fórmula respectiva. Esta disposición tuvo - lugar el 23 de Septiembre de 1.953.

El 16 de Octubre de 1.953 se elaboró un aditamento al Artículo No. 91 del Reglamento vigente de Instalaciones Radioeléc- tricas, o sea el de 1.941.

Las estaciones de radiotransmisión que habían celebrado - contrato con el Gobierno, debían pagar una pensión mensual a -- partir del 8 de Marzo de 1.954.

El Reglamento Reformatorio para estaciones de radioaficio- nados que había sido propuesto anteriormente se aprueba el día- 22 de Abril de 1.954, además el día 8 de Septiembre del mismo - año se asignan las frecuencias para uso de todos los radioafi-- cionados de la República.

El 12 de Noviembre de 1.954 provéese de recursos para la nivelación del Presupuesto del Estado amparándose en el Artículo No. 11 de la Ocupación de Canales Radiofrecuentes.

El 17 de Febrero de 1.955 se expide el Reglamento para el pago de pensiones por ocupación de canales radiofrecuentes.

El 19 de Diciembre de 1.955 se autoriza al Ministerio de Obras Públicas para que reforme una cláusula de diversos contratos sobre pensiones mensuales de Estaciones Comerciales de Radiodifusión.

Se dispone la recaudación de tasas por servicio de recepción o transmisión de comunicaciones de las Estaciones de Radio de la Marina de Guerra el 26 de Septiembre de 1.957.

El 28 de Febrero de 1.962 se suprime el Artículo No. 18 de Instalaciones Radioeléctricas en vigencia.

El 24 de Marzo de 1.964 se fijó en S/ 300,00 mensuales la pensión de arrendamiento para la ocupación de canales de televisión debido a que en este momento ya funcionaba regularmente un canal y se hallaba en perspectiva la creación de un segundo.

El 2 de Agosto de 1.966 se dispone que sólo al Ministro de Obras Públicas y al Director de Telecomunicaciones Corresponde dictar normas para la instalación y funcionamiento de todo -

sistema o medio de comunicaciones de carácter público o privado:

La Ley de Sistema Administrativo de Telecomunicaciones se dictó el día 12 de Diciembre de 1.966 y se halla en vigencia ac tualmente constando en el Registro Oficial No. 12.

En el Decreto Supremo No. 073 del 9 de Junio de 1.967 se dispone la introducción de las siguientes modificaciones al Artículo No. 1 de los reglamentos en vigencia; según Decreto de Ley No. 1637.

Las Telecomunicaciones constituyen servicio público.

La explotación de la red general de Telecomunicaciones -- en el sentido atribuido a esta expresión por la UIT será atribu ción privativa del Estado Ecuatoriano etc.

El 24 de Abril de 1.969 se encarga a la Comandancia de Po licía el control y emisión de todas las comunicaciones telegráficas, telefónicas, radioeléctricas y por medio de aparatos te leimpresores.

Actualmente el Consejo Nacional de Telecomunicaciones se halla preocupado de actualizar y agilizar Leyes y Reglamentos -- que estén de acuerdo a las realidades del País y que controlen de una manera apropiada y eficaz a la Radiodifusión Ecuatoriana especialmente, porque ésta ha tenido en los últimos tiempos un crecimiento exorbitante y desordenado.

Esta reseña histórica es de interés para pensar que, con esa manera de encauzar las leyes y los reglamentos para algo -- tan complejo como son las Telecomunicaciones en un país, mal -- pueden administrarse como es debido. En efecto, en el País --- existe una considerable desorganización en cuanto a la administración del espectro de frecuencias radioeléctricas, especialmente lo que toca a la Radiodifusión Ecuatoriana. Veamos por medio de cuadros, algunos datos parciales y aproximados concernientes al número de emisoras, a su distribución por provincias y su clasificación según las potencias de las que hacen uso.

CUADRO DE NUMERO DE RADIODIFUSORAS POR PROVINCIAS

Provincia	Onda Media	Onda Corta
Pichincha	70	42
Guayas	51	38
Manabí	21	18
Tungurahua	21	9
Azuay	20	6
Chimborazo	16	6
Los Ríos	12	5
Provincias restantes	69	20
TOTAL	280	144

Antes de hacer comentarios sobre el cuadro mismo, cabe anotar que en el País es donde mayor densidad de emisoras se ha encontrado en el mundo. Como un ejemplo, analicemos el caso de

la Provincia de Pichincha que tiene alrededor de 70 emisoras en onda media; esto da una idea de la forma en que se ha copado el Espectro de Frecuencia destinado a la transmisión de programas populares de carácter cultural, habiendo incluso emisoras que trabajan en la misma frecuencia, en un territorio relativamente pequeño como es el de una provincia, en este caso la de Pichincha.

En general las demás provincias se hallan en situaciones similares a la Provincia de Pichincha, de tal manera que analizando el uso de potencias en la misma, se puede tener una vista clara de la situación del País, exceptuando la Provincia del Guayas donde se nota una mayor incidencia en el uso de potencias más o menos altas, pues existen unas 11 emisoras entre 10 y 20 Kw.

CUADRO DE NUMERO DE RADIODIFUSORAS SEGUN LA POTENCIA

Región \ Potencia [Kw]	0,2-0,5	0,5-2	2-5	5-10	Superior a 10
Pichincha	12	41	5	6	1
En todo el País	111	141	25	18	13

Con estos datos se justifican plenamente las observaciones que se hacen en el capítulo siguiente, agregándose como consecuencia lógica los problemas de interferencia que tienen lugar en especial durante la noche, debido a la onda ionosférica de las emisiones que ocupan una frecuencia común.

Estaciones de Radiodifusión que trabajen en frecuencia mo .  
dulada hasta el momento existen muy pocas, y concentradas única  
mente en las Provincias de Pichincha y del Guayas. El total de  
estas emisoras es de tan sólo unas 13 o 14 que hasta el momento  
presente no causan mayores dificultades.

En cuanto a las Estaciones Transmisoras de Televisión se-  
empieza a notar un rápido crecimiento especialmente en ciudades  
como Quito, Guayaquil, Ambato y Cuenca.

La explicación a tanta irregularidad en la administración  
del espectro de frecuencias radioeléctricas salta a la vista en  
el capítulo tercero, luego de analizar la Legislación y Regla--  
mentación Nacionales al respecto, teniendo muy presente el se--  
gundo cuadro expuesto en este capítulo.

### CAPITULO TERCERO

ANALISIS DE LA LEGISLACION Y REGLAMENTACION NACIONALES

Reglamento de Instalaciones Radioeléctricas de 1.941.-

Cabe anotar de antemano que en el País no existe ninguna ley que rija las Telecomunicaciones, sino tan sólo el Reglamento de Instalaciones Radioeléctricas de 1.941 que se halla en vigencia actualmente, tal cual se menciona en la breve reseña histórica del capítulo segundo. El Reglamento en mención consta de 117 artículos, de los cuales se hará un estudio más detallado y detenido en algunos, haciéndose notar sus cualidades o sus defectos. Posteriormente se analizarán dos ampliaciones elaboradas en diferentes períodos y que hoy se encuentran en vigencia adjuntas al Reglamento de Instalaciones Radioeléctricas; para por último hacer un comentario general, que tendrá como objetivos evaluar el dinamismo de los presentes Reglamentos, sugerir ideas acerca de la Reglamentación y Legislación y por último en base de lo analizado justificar la necesidad de las Estaciones de Control o Estaciones Monitoras.

Para empezar con el análisis es necesario citar los tipos de Estaciones Radioeléctricas que se encuentran reglamentadas.- Estas Estaciones son:

Comerciales Internacionales, Estaciones Comerciales de Servicio Interior, Estaciones Comerciales de Radiodifusión, Estaciones Culturales, Estaciones de Experimentación, Estaciones-

de Aficionados y Estaciones Receptoras de Noticiosos.

Antes de hacer un análisis de los reglamentos que atañen a cada uno de estos tipos de estaciones, es necesario conocer el Artículo 2do. del Capítulo II que literalmente dice: "Son de exclusividad del Estado las Comunicaciones Radioeléctricas del País". Este Artículo practicamente consta en los reglamentos de todos los países del mundo, por que obviamente es el Estado el único que debería administrar las Radiocomunicaciones de cada país.

Las Estaciones Comerciales Internacionales se encuentran reglamentadas en el Capítulo III desde el Artículo 4to. En general los Artículos que reglamentan este tipo de Estaciones dejan mucho que desear, porque entre los datos que debe presentar el concesionario, falta aquel que indique el tipo de modulación que la Estación va a usar, como tampoco existe ningún Artículo que reglamente las características de ubicación de la Estación o Estaciones, y aunque pide como dato el número de personal ecuatoriano que actuará en este servicio, tampoco existe Artículo alguno que cite el Reglamento de la Ley Laboral Ecuatoriana, sobre el porcentaje mínimo de personal ecuatoriano, establecido en el 70%.

El Capítulo IV trata sobre las Estaciones Comerciales de Servicio Interior. En estos Artículos que van del 11 al 17 se nota una mayor firmeza y aunque estas concesiones pueden otorgarse también compañías extranjeras legalmente establecidas en

el País, según el Artículo 11, se establece que deberá haber un mínimo de 90% de ciudadanos ecuatorianos entre el personal que intervenga en el manejo y funcionamiento de esta clase de Estaciones según el Artículo 17. Sin embargo las dos primeras fallas anotadas en el capítulo anterior, son también fallas aplicables al presente capítulo.

Las Estaciones Comerciales de Radiodifusión están tratadas desde el Artículo 18 hasta el Artículo 50 en el Capítulo V. Esta parte de los Reglamentos es obvio que resultan eficaces y caducos por ser Reglamentos elaborados hace más de un cuarto de siglo; peor aún si se considera que para esta época la Reglamentación en cuanto a Estaciones Comerciales de Radiodifusión era un tanto floja, como se verá al estudiar algunos artículos de interés en este capítulo.

El Artículo 22 dice que no se aceptarán Radiodifusoras Comerciales que trabajen en ondas cortas y cuya potencia sea menor de 200 Wattios medidos en el circuito de placa del amplificador final de Radiofrecuencia. Esta potencia mínima mencionada, es demasiado pequeña para un servicio en onda corta, tomando en cuenta que en estas frecuencias por lo general se transmiten los programas para el exterior, o al menos para que abarquen todo el territorio nacional con una aceptable nitidez de sintonía. Además una potencia tan baja como esta da lugar a una desmesurada proliferación de Estaciones Comerciales, aumentando así la probabilidad de interferencia tanto en servicio interior como -

en el exterior. Esta restricción acerca de potencia mínima debería haber también para Estaciones Comerciales que trabajen en onda media; con esto se tendrían estaciones de mejor calidad y el número se limitaría siempre y cuando dicha potencia sea de un valor considerable.

En ninguno de los Artículos de este Capítulo se menciona algo sobre el pago de impuestos que debería basarse sobre la potencia de salida de una estación, tiempo de duración del programa y frecuencia que está usando.

Finalmente se considera de suma importancia la existencia de algún Artículo que determine la Radiodifusión Comercial como un medio de culturización. Con esto las Estaciones Culturales comprendidas en el Capítulo VI estarían prácticamente tratadas en el Capítulo anterior.

Las Estaciones de Experimentación Científica se hallan reglamentadas en el Capítulo VI y tienen como fundamental el Artículo No. 47, que faculta la operación de dichas Estaciones dentro de las bandas de frecuencia que van de 28.000 a 30.000 KHz y de 56.000 a 60.000 KHz.

El Capítulo IX trata sobre las Estaciones Receptoras de Noticiosos cuyos Artículos no son de mayor importancia excepto el Artículo 74 que literalmente dice: "Las comunicaciones que reciban y su contenido serán controladas por el Ministerio de Comunicaciones cuando lo juzgue conveniente"; por estar directa

mente relacionado con el desarrollo de ésta Tesis como se verá posteriormente.

Las disposiciones complementarias se encuentran en el Capítulo X, desde el Artículo 79 hasta el Artículo 107. En algunos de estos Artículos se manifiestan claramente los vacíos que se deben al adelanto científico de la época en que fueron realizados; así por ejemplo, en el Artículo 81 se establece que una Estación debe estar equipada con cristal de cuarzo que tenga una precisión mínima de 0,03%, mientras que hoy se exige precisiones de 0,001% debido a la cercanía en frecuencia de unas emisoras con otras. También el Artículo 82 menciona el Reglamento Internacional de Radiocomunicaciones de Madrid, que actualmente no se halla en vigencia, pues rige el Reglamento de Radiocomunicaciones de Ginebra.

El Capítulo XI trata sobre sanciones, notándose una evaluación de las faltas un tanto inconforme con la gravedad que estas verdaderamente encierran. Además existe en ciertas partes algo de contradicción, así por ejemplo en el Artículo 110 dice que la licencia concedida a una Estación caducará por operar la Estación con una potencia distinta a la autorizada, mientras que en el Artículo 112 dice que el uso de una potencia superior a la fijada en una concesión será multada con una cantidad de 1.000, 500, 200 o 50 sucres según sea el tipo de Estación.

El Capítulo XII contiene las disposiciones transitorias que van del Artículo 114 al Artículo 117, conformando así el Re

glamento original del 28 de Marzo de 1.941 con 117 Artículos -- que, como se expresó en un comienzo no se hallan amparados por ley alguna.

Ampliaciones al Reglamento de 1.941.-

El 30 de Marzo de 1.954 se expidió una primera amplia -- ción a estos Reglamentos, constando de 24 Artículos que tratan sobre Estaciones de Aficionados, que para ese entonces estaban aumentando notablemente en el País, al cual se lo dividió en 8-Distritos.

Posteriormente el 14 de Noviembre de 1.966 se decretó la Ley que rige el Sistema Administrativo de las Telecomunicacio-- nes y según la cual quedó conformado el Consejo Nacional de Te-- lecomunicaciones que hoy se encuentra funcionando normalmente.

Observaciones.-

En este breve estudio de las Reglamentaciones Nacionales-- sobre Telecomunicaciones se puede observar que en su mayor par-- te ya no son aplicables en esta época, debido a que la tecnolo-- gía y el desarrollo han progresado considerablemente en las -- tres últimas décadas. Además cualquier reglamentación no puede ser efectiva de una manera estricta si no está protegida por u-- na ley que venga del ejecutivo. De aquí que es muy importante-- que se expida una ley que proteja al Espectro Radioeléctrico Na-- cional e impida la desorganización en la Radiodifusión Ecuato--

riana.

Posteriormente a la aprobación de dicha Ley, viene como consecuencia lógica la formulación de Reglamentos en cuyos acápites se menciona la citada Ley.

Entre los puntos principales que deberían constar en el nuevo Reglamento es necesario recalcar sobre los siguientes:

- 1.- Todas las Radiodifusoras Ecuatorianas deben tener el carácter de Emisoras Culturales.
- 2.- Las Radiodifusoras que vayan a operar tanto en onda media como en una o cualquiera de las bandas de onda corta, deben tener una potencia de salida en antena de acuerdo a disposiciones locales, nacionales e internacionales que contemplan el reglamento; y,
- 4.- Por último, se tiene la necesidad de contar con el instrumento adecuado para velar por el cumplimiento correcto de los reglamentos, por medio de un riguroso control de las emisiones radiofrecuentes. Este instrumento justamente son las Estaciones de Control Técnico de las emisiones o Estaciones Monitoras.

PARTE SEGUNDA

DISEÑO DE LA ESTACION MONITORA

## CAPITULO CUARTO

CONDICIONES FUNDAMENTALES QUE DEBE TENER EL LUGAR O REGION DON-

DE SE VAYA A CONSTRUIR UNA ESTACION Y SU JUSTIFICACION

Antes de empezar con el desarrollo de este punto cabe a-  
notar que se tomarán muy en cuenta las recomendaciones del CCIR  
y del IFRB, (ambos Organismos de la U.I.T.) inherentes al res-  
pecto.

Influencia de Factores Geográficos y Atmosféricos.-

Revicemos las características de propagación en los dife-  
rentes rangos de frecuencia que se usa en el campo de las Tele-  
comunicaciones. En frecuencias bajas cuya longitud de onda --  
fluctúa entre 30 Km. y 600 m. la propagación es fundamentalmen-  
te en base a la onda de superficie, que tiene gran alcance y --  
los obstáculos geográficos o físicos no representan mayor pro--  
blema para dicha propagación. Conforme la frecuencia aumenta -  
se presentan dos fenómenos; el primero es aquel en que la onda-  
de superficie o terrestre se atenúa considerablemente mientras-  
que la onda ionosférica aumenta en importancia, y en segundo lu-  
gar que los obstáculos físicos, mientras mayor es la frecuencia  
representan un mayor problema de atenuación. Así, cuando llega-  
mos a frecuencias que usan las bandas de onda corta cercanas a-  
los 30 MHz, se hace uso únicamente de la onda ionosférica, por-  
tenerse un gran alcance y una buena confiabilidad. Estas fre-  
cuencias se usan para comunicaciones de carácter internacional-

cuyas emisiones es necesario controlar tanto como las nacionales. Para que esto pueda llevarse a cabo de una manera satisfactoria, el lugar donde vaya a estar situada una Estación de Control debe ser en primer lugar plano, horizontal y suficientemente alejado de obstáculos físicos como son las estribaciones montañosas, teniendo estas un ángulo de elevación máximo respecto a la horizontal, que se establece en base a dos criterios fundamentales:

- 1.- El alcance efectivo de la onda ionosférica.
- 2.- La altura promedio natural de las estribaciones montañosas.

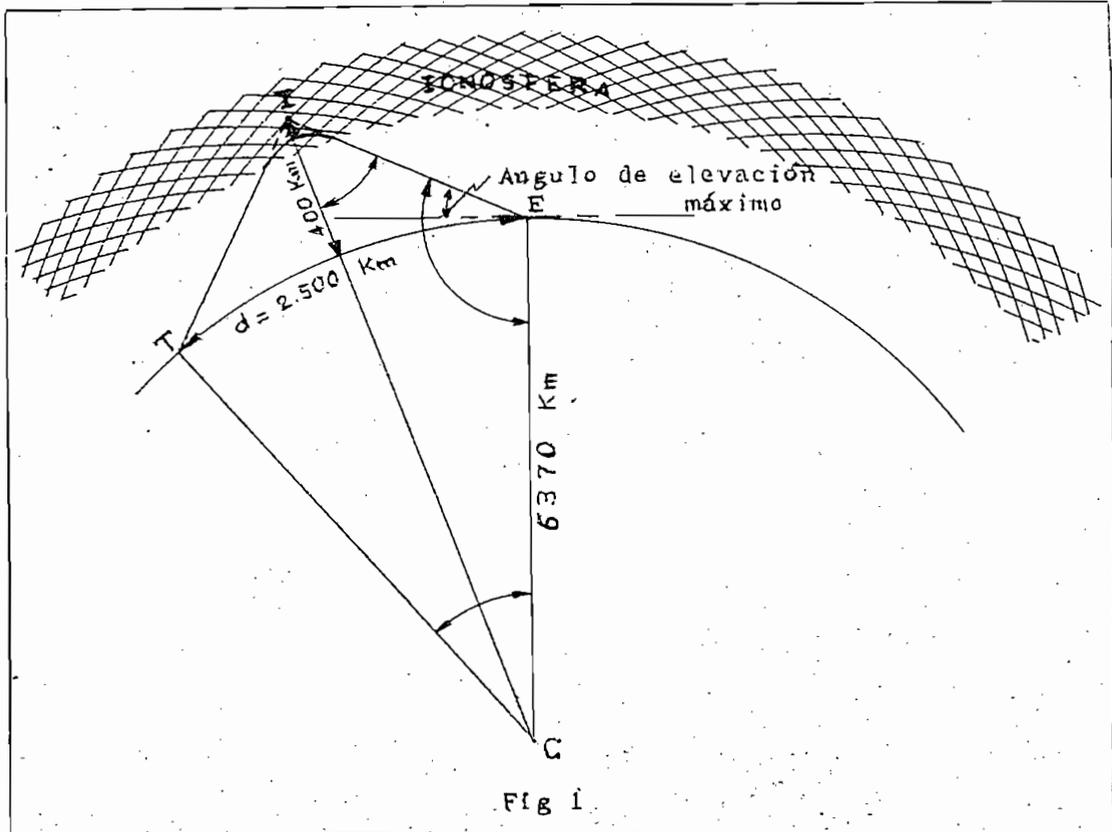
En el primer punto, si se consideran emisiones dentro de nuestro propio Continente, habría que pensar en una distancia máxima que fluctúe entre los 2.000 y 2.500 Km. para tener una aceptable recepción descartando la posibilidad de que las ondas se reflejen varias veces entre la superficie ionosférica debido a la alta atenuación de las ondas al incidir en la tierra y a la desigualdad de la corteza terrestre en especial por parte de la Cordillera de los Andes.

En base a lo anotado y teniendo en cuenta que la capa ionosférica se halla a una distancia efectiva de aproximadamente 400 Km. sobre la superficie de la tierra; que el radio de la tierra es de 6.370 Km. y que la distancia entre el punto de transmisión y el punto de control sigue la curvatura de la superficie terrestre, se puede hacer un cálculo aproximado de la

elevación máxima que deben tener las estribaciones montañosas - ,  
con respecto a una Estación Monitora. Ver Fig. 1

$$\sphericalangle C = \frac{2500}{6370} \cdot \frac{180^\circ}{\pi} \approx 22,6^\circ; \quad \sphericalangle C = \frac{22,6^\circ}{2} = 11,3^\circ$$

$$\sphericalangle E = 180^\circ - 11,3^\circ - \sphericalangle I = 168,3^\circ - \sphericalangle I$$



$$\text{sen } E = \text{sen } (168,3^\circ - I)$$

$$\text{sen } E = \text{sen } 168,3^\circ \cos I - \cos 168,3^\circ \text{sen } I$$

$$\frac{6370}{\text{sen } I} = \frac{6770}{\text{sen } E} = \frac{6770}{0,196 \cos I + 0,98 \text{sen } I}$$

$$\text{tg } I = \frac{6370}{0,196 + 0,98 \text{tg } I} = \frac{6770}{0,196 + 0,98 \text{tg } I}$$

$$\operatorname{tg} I = \frac{6370}{6770} (0,196 + 0,98 \operatorname{tg} I)$$

$$\operatorname{tg} I (1 - 0,981) = 0,184 ; \quad \operatorname{tg} I = \frac{0,184}{0,079} = 2,361$$

$$\sphericalangle I = 66,7^\circ ; \quad \sphericalangle E = 168,3^\circ - 66,7^\circ = 101,6^\circ$$

Por lo tanto el ángulo de elevación máxima sería de :

$$101,6^\circ - 90^\circ = 11,6^\circ \text{ o menor que } 11,6^\circ$$

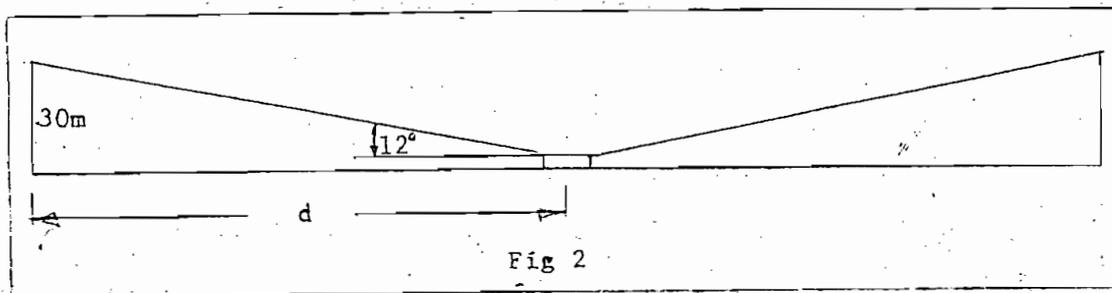
Tomando el segundo punto en cuenta se tiene que en sí toda elevación montañosa es de una altura considerable y que son escasos los lugares suficientemente alejados de dichas elevaciones; por lo cual la U.I.T. recomienda que el lugar donde se vaya a colocar una Estación de Control forme un ángulo de horizonte de aproximadamente  $12^\circ$  en relación con las estribaciones montañosas más próximas.

#### Superficie Mínima Prudencial.-

Suponiendo que se tenga un terreno plano horizontal, habría que pensar en la posibilidad de que en sus alrededores -- existan obstáculos, sean naturales como bosques o sean artificiales como construcciones, que no necesariamente van a existir en el momento de escoger el lugar, pero que podrían aparecer en el futuro.

Partiendo del criterio establecido anteriormente sobre el

ángulo máximo de elevación y considerando una altura promedio de 30 m. correspondiente a estos posibles obstáculos, se hace necesario tener una distancia entre el límite del terreno destinado para la Estación y las antenas de recepción, tal que dichos obstáculos no representen problema alguno. En base a un breve cálculo podemos determinar la distancia de que se habla de la siguiente manera:

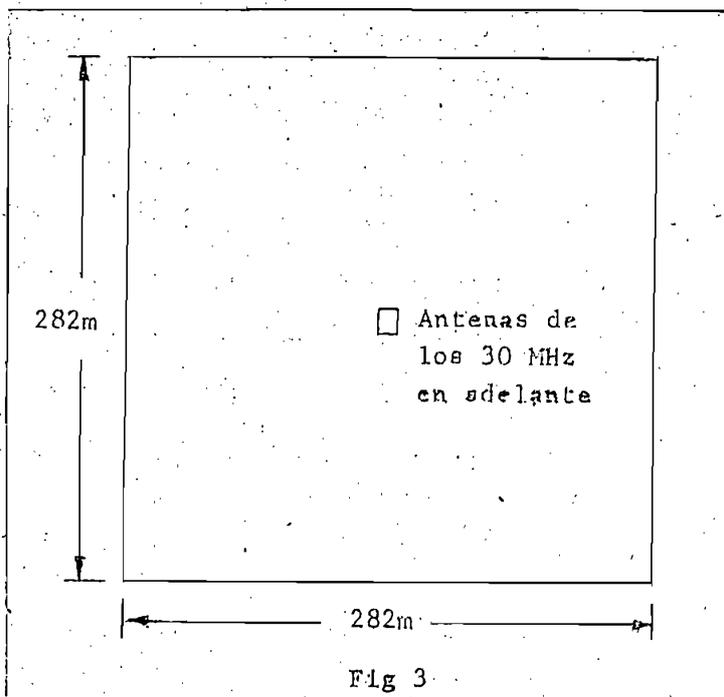


$$d = \frac{30\text{m}}{\text{tg } 12^\circ} = 141 \text{ m}$$

Con lo cual se tiene que el ancho total del terreno sería de unos 282 m. Suponiendo el caso de que el terreno sea de forma cuadrada como se indica en la Fig. 3, lo aconsejable sería que tenga una extensión de 8 hectáreas.

#### Problemas de Ruido.-

Otro factor de gran importancia en la determinación de un lugar apropiado para el establecimiento de una Estación Monitora es el ruido, sea éste de tipo acústico o de tipo electromagnético.



$$A = (282 \text{ m})^2 = 80.000 \text{ m}^2$$

El problema del ruido de tipo acústico es obviamente fácil de salvar; para esto lo recomendable sería escoger un lugar bastante alejado de cualquier aeropuerto, línea férrea, o cualquier foco de posibles ruidos fuertes o estridentes, ya que por automática que sea una Estación de Control, la forma básica de determinar la calidad de las emisiones es por medio del oído humano.

Los ruidos de tipo electromagnético provienen de diferentes clases de fuentes, las mismas que pueden ser el universo en sí mismo, las variaciones de la atmósfera terrestre, cualquier central de fuerza eléctrica que se halle en los alrededores, -- etc.

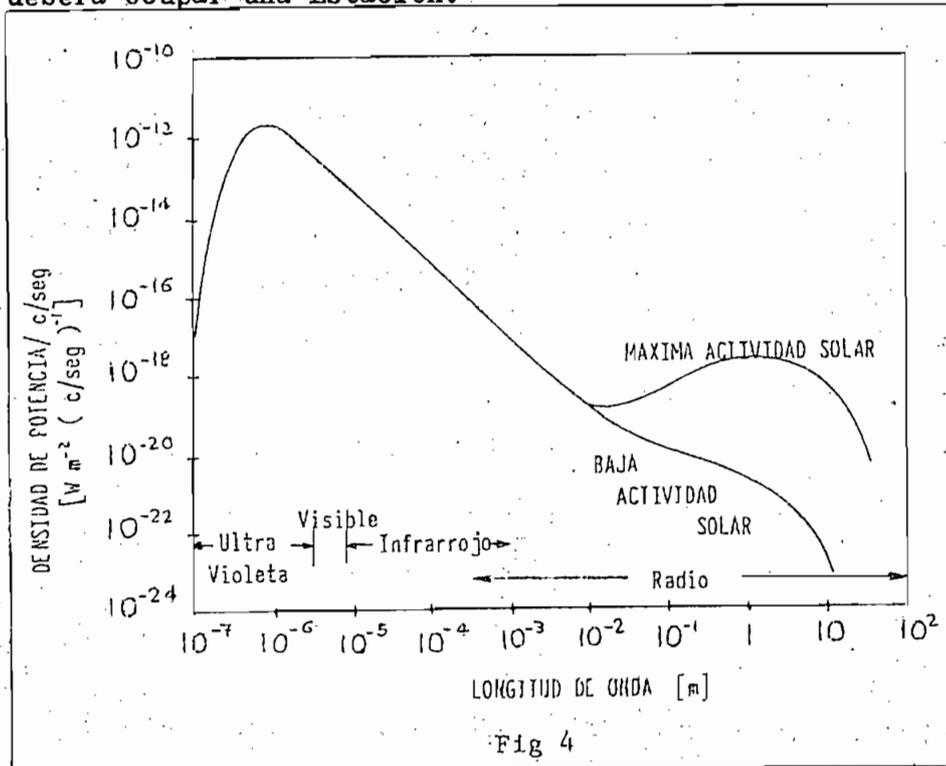
Los ruidos cósmicos tienen una gran influencia en las Telecomunicaciones, creando problemas que la ingeniería se ha visto obligada a solucionar haciendo uso de la inventiva humana para crear sistemas que detecten información deseada, rechazando o filtrando toda clase de ruido. Estos sistemas lógicamente -- trabajan en base al criterio fundamental de potencia, bien sea de la información o bien del ruido. Por esto es de suma importancia considerar el nivel de potencia que tenga el ruido cósmico en el cual fundamentalmente influyen las variaciones solares. En el diagrama de la Fig. 4 se muestra la densidad de potencia solar promedio relacionada con la frecuencia para las diferentes longitudes de onda, notándose que las diferentes condiciones de actividad solar varían notablemente de densidad de potencia para longitudes de onda mayores que 1 cm., o sea justamente en la banda de Radio Frecuencia. (1)

Las diferentes condiciones climáticas de la superficie -- terrestre y las diversas características de conformación de la corteza terrestre, hacen que estas variaciones de la actividad solar acusen diferentes niveles de ruido atmosférico según la -- región. Así por ejemplo un lugar caluroso y de bajo porcentaje de humedad registrará altos niveles de ruido atmosférico con amplias variaciones del mismo, según la diferente actividad solar; en cambio un lugar fresco y que tenga suficiente humedad registrará un bajo nivel de ruido atmosférico, además de que su ran-

---

(1) Referencia No. 1

go de variación no será muy grande con las variaciones de la actividad solar. Estos fenómenos serán estudiados mejor en el siguiente punto, donde se hará el análisis técnico del terreno -- que deberá ocupar una Estación.



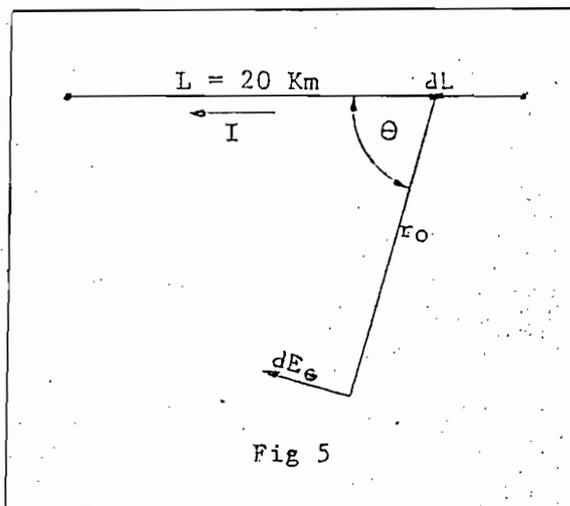
Problemas de Interferencia de Redes Portadoras de Energía Eléctrica.-

Una de las más importantes fuentes de interferencia es el paso de una línea de alta tensión que lleva energía desde la central hasta el puesto de consumo con la frecuencia standard-- para nuestro País de 60 ciclos por segundo. Las ondas electromagnéticas radiadas por los conductores actúan directamente en los elementos que conforman un amplificador, causando un ruido a la frecuencia mencionada, que molesta especialmente cuando --

las señales que se están captando son de baja intensidad. Para que esta onda electromagnética de interferencia se haga presente en los elementos de un amplificador es necesario que tenga una intensidad de campo de aproximadamente  $5mW$  por metro o más.

Tomando como promedios de una línea de alta tensión en el País, una longitud de 20 Km., una intensidad máxima de 160 amperios para una tensión de 44.000 voltios y la frecuencia standard de 60 ciclos por segundo, se puede hacer un cálculo de la distancia mínima a la que debe estar ubicado un equipo de radiogoniometría.

Hay que tener en cuenta que para una longitud de onda de unos 5.000 Km., en 20 Km. la corriente, si bien para una línea de transmisión de fuerza sigue una distribución de ondas estacionarias, es prácticamente constante y el análisis puede ser llevado a cabo considerando como si fuese el caso de una distribución de corriente en forma de onda viajera.



La ecuación de la intensidad de campo eléctrico para una onda viajera en la dirección de  $\theta$  como la indicada en la Fig. 5 es:

$$|E_{\text{erad}}| = \frac{30 \text{ Im } \text{sen}\theta}{r_0 (1 - \cos\theta)} \left[ 2 - 2 \cos(\beta L (1 - \cos\theta)) \right]^{\frac{1}{2}} \left[ \frac{\text{Volt}}{\text{m}} \right] \quad (1)$$

Derivando la expresión de la intensidad de campo eléctrico con respecto a  $\theta$  e igualando a cero, se encuentra que el ángulo de mayor radiación corresponde a la expresión  $\cos \theta = 0$  o en su defecto cuando  $\theta = \frac{\pi}{2}$ . (ANEXO 1)

Con este valor de  $\theta$  igual a  $90^\circ$  se calcula la distancia  $r_0$  :

$$E_\theta = \frac{30 \text{ Im } \text{sen}\pi/2}{r_0 (1 - \cos\pi/2)} \left[ 2 - 2 \cos 25,15 \times 10^{-3} (1 - \cos\pi/2) \right]^{\frac{1}{2}} \left[ \frac{\text{V}}{\text{m}} \right]$$

$$E_\theta = \frac{30 \text{ Im}}{r_0} (2 - 2 \times 0,999683)^{\frac{1}{2}} = \frac{30 \text{ Im}}{r_0} \sqrt{2 \times 3,17 \times 10^{-4}} \left[ \frac{\text{V}}{\text{m}} \right]$$

$$E_\theta = \frac{30 \text{ Im}}{r_0} \times 2,52 \times 10^{-2} \left[ \frac{\text{V}}{\text{m}} \right]$$

$$r_0 = \frac{75,6 \text{ Im}}{5 \times 10^{-3}} \times 10^{-2} \text{ [m]}$$

La intensidad de 160 amperios correspondiente a un valor RMS es igual a  $\text{Im}/\sqrt{2}$

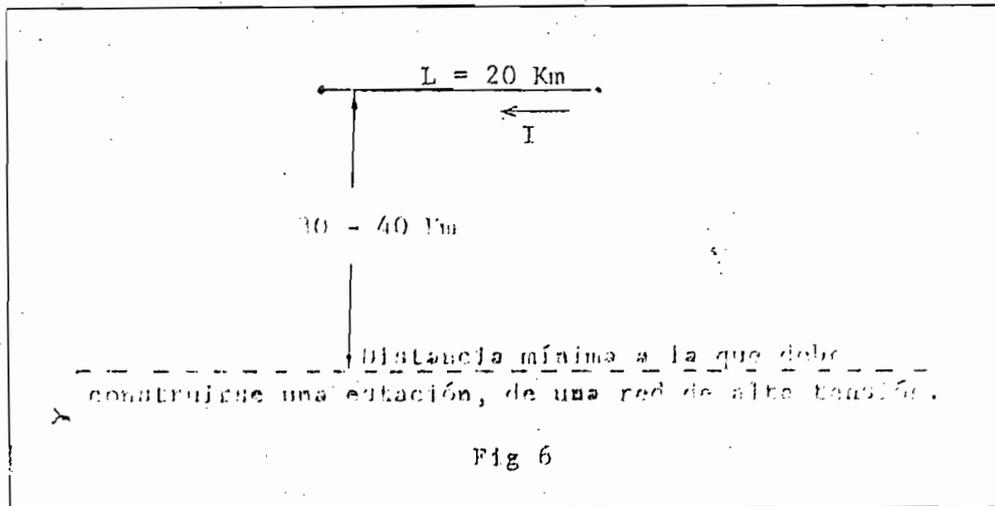
$$\text{Im} = 160 \sqrt{2} \text{ Amp} = 226 \text{ Amp}$$

(1) Referencia No. 2

$$r_0 = \frac{75,6 \times 226}{5 \times 10^{-3}} \times 10^{-2} \text{ m} = 34,2 \times 10^3 \text{ m}$$

$r_0$  = más o menos de 30 a 40 Km.

Con lo cual se establece que la mínima distancia a la que debe estar un equipo de radiogoniometría fijo, de una línea de alta tensión es de unos 30 o 40 Km. como se indica en la Fig.6.



### Efecto del Blindaje y Realidad Práctica.-

Los cálculos aquí realizados toman en cuenta líneas de alta tensión de alta potencia (la corriente de transmisión de magnitud elevada). Ahora bien, si se tienen redes de alta tensión y de baja potencia, por lo menos no deben pasar cerca del terreno donde se hallan las antenas tanto del radiogoniómetro fijo como de los receptores. En estos casos de alta tensión existe además el llamado Efecto Corona que causa interferencias en valores de alta frecuencia, cosa que justifica la precaución citada. Además las redes telefónicas que cruzan cercanas a una Es-

tación Monitora, también causan problemas en el control de emisiones.

Sin embargo, debido a que los equipos usados para comprobación técnica se hallan debidamente blindados, en la práctica la distancia mínima a la que debe instalarse una Estación de Control es de apenas unos 3 Km. lejos de una red de alta tensión, y a veces hasta menos según las múltiples experiencias, o sea que es aproximadamente la décima parte de lo que indican los cálculos teóricos, para los cuales se consideró un elemento totalmente desprovisto de blindaje.

CAPITULO QUINTO

ANALISIS TECNICO DEL TERRENO QUE DEBERA OCUPAR LA ESTACION

En este análisis es necesario indicar dos puntos que intervienen directamente en el mismo. El primero que atañe directamente a la propagación de las ondas electromagnéticas y el segundo aquel que considera la resistencia misma del suelo para las construcciones civiles que se deban realizar, o las instalaciones que deban ubicarse en el mismo.

Calidad de Suelo de Acuerdo a Características de Propagación.-

Para tratar el primer punto es necesario hacer un análisis de la permitibilidad relativa y de la conductibilidad del suelo. Lógicamente para cada constectura de suelo se necesita un estudio diferente de estos dos caracteres, pues sus valores son diferentes si el suelo es de tipo rocoso, gravoso, arenoso, o conformado por tierra fina. En nuestro País se ha comprobado que el 90% de los lugares planos y horizontales están conformados por tierra fina, razón por la cual este estudio se hará para dicho tipo de terreno con respecto a la humedad relativa del suelo, ya que es el factor principal que determina los valores tanto de permitibidad relativa como de conductibilidad.

Por humedad relativa se entiende la relación en porcentaje que existe entre el peso del agua en una muestra de tierra y el peso original de dicha muestra.

De esta manera se tienen los siguientes datos obtenidos -

haciendo mediciones en suelos de los alrededores de la ciudad - de Quito, y basados en los valores de Intensidad de Campo Eléctrico correspondientes a puntos corrdiales de un foco emisor de ondas electromagnéticas. (1)

Humedad Relativa	Permitibidad Relativa	Conductibidad (mho/m)
5%	4	$10^{-3}$
10%	5	$1,5 \times 10^{-3}$
20%	11	$3 \times 10^{-3}$
30%	22	$10^{-2}$
40%	37	$3 \times 10^{-2}$
50%	52	$5 \times 10^{-2}$

Estos valores corresponden a los diagramas de las figuras 7 y 8.

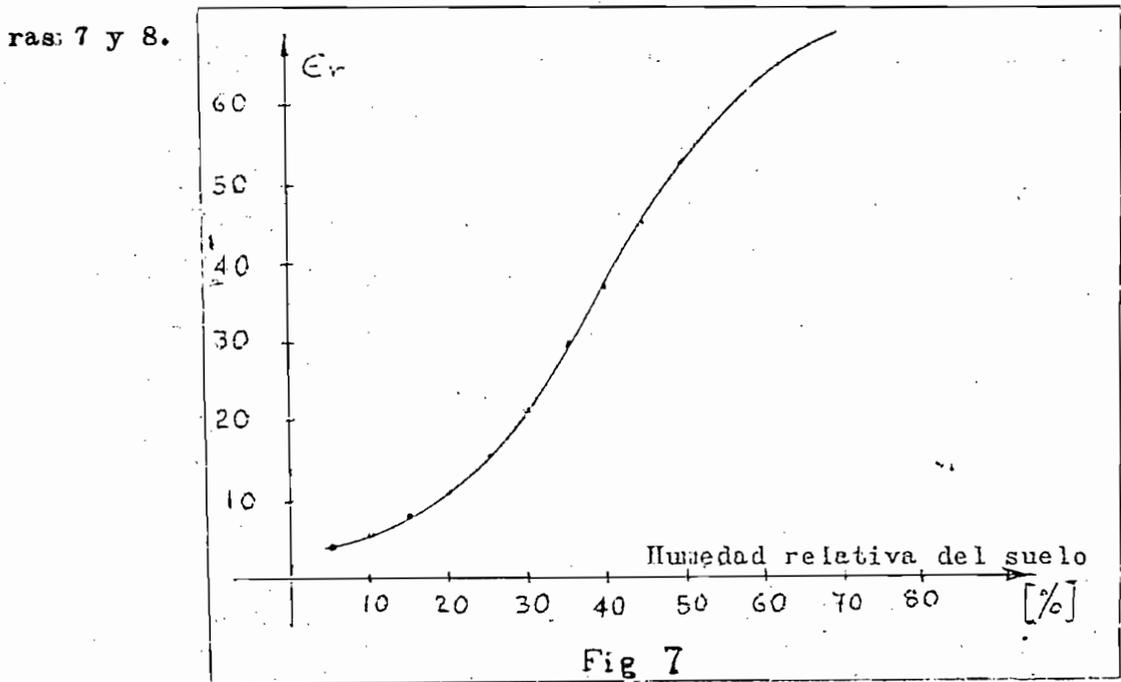
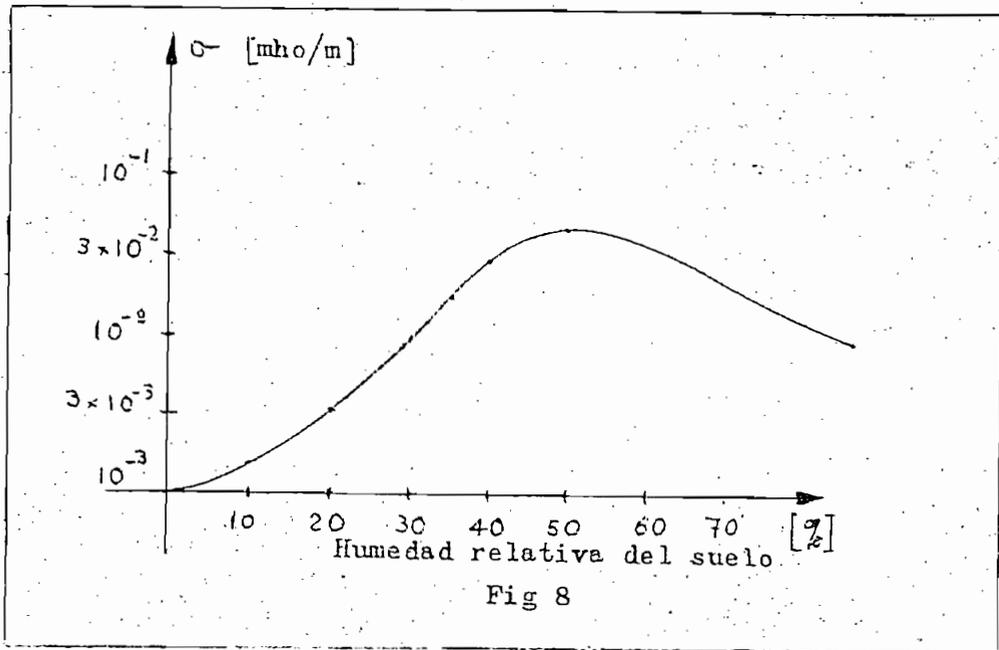


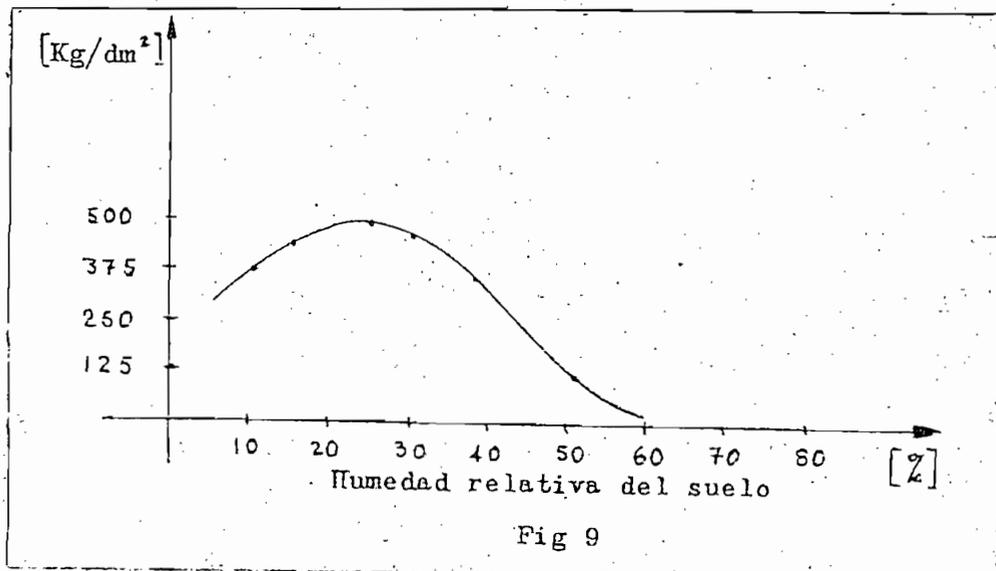
Fig 7

(1) Referencia No. 3



Calidad de Suelos de Acuerdo a su Resistencia.-

Analizando el segundo punto relacionado con la resistencia del suelo se tiene como complemento el diagrama de la Fig.9 que nos indica la presión que es necesaria ejercer sobre el suelo para que se tenga una deformación por hundimiento de 1 cm. - de profundidad.



Relacionando el gráfico de la Fig.9 con los gráficos de las Figs. 7 y 8, se ve que el suelo del terreno de condiciones óptimas para una Estación Monitora debe tener un porcentaje de humedad relativa entre 20 y 35%.

Resumen de Recomendaciones.-

Haciendo un extracto de todos los análisis que se han llevado a cabo, se tienen en resumen las siguientes recomendaciones; para de esta manera poder determinar el lugar donde se vaya a construir una Estación Monitora:

- 1.- El terreno debe ser plano y horizontal.
- 2.- Debe formar un ángulo de horizonte de aproximadamente 12 grados en relación con las estribaciones montañosas más próximas.
- 3.- El terreno debe tener una extensión de más o menos 8 hectáreas.
- 4.- El lugar a escogerse debe estar prudentemente alejado de cualquier foco de ruido acústico molesto.
- 5.- Debe estar lejos 3 o 4 Km. de cualquier línea de alta tensión que lleve energía de una central eléctrica.
- 6.- Las redes telefónicas y las líneas de alta tensión pero de

baja potencia no deben cruzar por los terrenos aledaños al que se escoja para la Estación.

- 7.- El lugar debe poseer un índice mínimo de ruidos atmosféricos según las variaciones solares.
- 8.- Su suelo debe estar formado por tierra fina cuya humedad relativa esté entre el 20 y 35%.
- 9.- Que el sitio a escogerse tenga toda clase de facilidades, ya sea de vías de acceso como también de suministro de energía permanente que permitan un funcionamiento estable de la Estación.

**CAPITULO SEXTO**

ESTUDIO DE LA DISTRIBUCION MAS APROPIADA DEL EDIFICIO DESDE

LOS PUNTOS DE VISTA FUNCIONAL Y ECONOMICO

Para empezar con la planificación del edificio es necesario saber: cuantos servicios debe prestar y cual debe ser el número de estancias para cada servicio. Seguidamente es necesario puntualizar el área que debe tener cada una de las estancias, teniendo en cuenta la clase y número de aparatos a los que están destinadas. Por último corresponde estudiar el tipo de construcción más adecuado para que el edificio pueda desempeñarse como una Estación de Control.

Servicios que Debe Prestar la Estación.-

Acogiéndose a un orden de importancia, se tiene que pensar primeramente en un sistema de conmutación de antenas y por lo tanto un lugar apropiado para el mismo. Este servicio es de vital importancia porque muchos receptores tienen un rango de frecuencia muy amplio y por lo tanto deben hacer uso de diferentes antenas, de acuerdo a la banda de frecuencia en la cual se deseen realizar operaciones de control.

A continuación se enumeran los demás servicios o funciones que debe desempeñar una Estación Monitora en nuestro medio:

- a) Control de emisiones en onda larga, onda media, onda corta,

HF y VHF.

- b) Control de emisiones en UHF, que por el momento en nuestro País tiene poca importancia.
- c) Reparación de equipos y sistema de suministro interno de los mismos.
- d) Servicio de control de emisiones móvil.
- e) Sistema administrativo, y
- f) Servicios de personal.

Condiciones Previas a la Determinación de Superficies.-

Puesto que en el Ecuador se han ocupado de una manera muy desigual los diferentes rangos de frecuencia, es necesario establecer un cuadro de datos estadísticos obtenidos de los archivos de la Dirección Nacional de Telecomunicaciones sobre asignaciones de frecuencia en las diferentes bandas, para determinar el número mínimo de equipos que son necesarios para ejercer un eficiente control con miras a que llene todo requerimiento en -- por lo menos cinco años a partir de 1.971. Esto no quiere decir que luego de dicho período la Estación de Control vaya a -- ser inoperante, pues los futuros planos a realizarse incluirán áreas libres tendientes a la expansión de equipos para años futuros.

CUADRO DE DATOS ESTADISTICOS

Rango de Frecuencia en KHz	No. de Emisoras	Porcentaje de Crecimiento Anual
250 - 525	30	4%
535 - 1.605	227	2%
1.605 - 1.800	11	3%
2.000 - 2.495	16	4%
2.505 - 3.500	49	6%
3.500 - 4.000	74	8%
4.000 - 4.995	94	4%
5.005 - 5.060	10	3%
5.060 - 5.250	38	7%
5.250 - 5.450	40	6%
5.450 - 5.730	16	5%
5.730 - 6.200	67	6%
6.200 - 6.765	32	7%
6.765 - 7.000	51	7%
7.300 - 8.195	158	8%
8.195 - 9.040	20	11%
9.040 - 9.995	34	10%
10.005 - 10.100	2	
10.100 - 11.175	23	9%
11.175 - 11.400	4	
11.400 - 12.330	16	10%
12.330 - 14.000	22	10%

Rango de Frecuencia en KHz	No. de Emisoras	Porcentaje de Crecimiento Anual
14.000 - 14.990	16	12%
15.010 - 17.900	17	11%
17.900 - 19.990	12	10%
20.010 - 21.850	8	
21.850 - 24.990	6	
25.010 - 27.500	9	12%
27.500 - 30.000	5	
30.000 - 50.000	36	14%
50.000 - 73.000	11	8%
73.000 - 88.000	16	10%
Rango de Frecuencia en MHz		
88 - 108	50	18%
108 - 138	10	11%
138 - 220	137	20%
220 - 300	19	5%

Los rangos de frecuencia que no constan en el cuadro, corresponden a bandas para radioaficionados y a frecuencias patrón. Los primeros no pueden ser controlados porque no tienen una asignación fija de frecuencia y en el segundo caso porque dichas frecuencias justamente sirven para el efecto contrario al propósito de estos análisis.

Número Mínimo de Receptores.-

Para saber el número mínimo de receptores que son necesarios para cubrir los diferentes rangos de frecuencia que van de 250 KHz hasta 300 MHz, es necesario tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- 1.- Una Estación de Control debe tener receptores que cubran - como mínimo la gama de 200 KHz hasta 300 MHz.
- 2.- Hay que tener presente que con un receptor se pueden controlar aproximadamente unas 80 estaciones al día.
- 3.- Que es recomendable controlar a cada estación por lo menos una vez por semana, teniendo en cuenta que en ciertos casos hay que hacerlo con diversos períodos más cortos de tiempo, según las circunstancias; a más de que se deben verificar las interferencias notificadas a la Estación de Control, provenientes de diferentes fuentes exteriores a la misma.
- 4.- Se debe controlar todo el espectro, barriendo con cada receptor el rango de frecuencia a su alcance para determinar estaciones no autorizadas o piratas; y,
- 5.- En cualquier lugar del País que se escoja para el funcionamiento de una Estación Monitora, por bien ubicada que se halle, no es posible captar más del 60% de las estaciones que hay en todo el País.

Con estas consideraciones y con los datos del cuadro anterior serían necesarios un receptor que tenga un rango de frecuencia de 200 KHz hasta 1,5 MHz; dos receptores que tengan un rango de frecuencia de 1,5 MHz hasta 30 MHz; y un receptor que vaya de 30 MHz hasta 300 MHz, con la perspectiva de que en años futuros será necesario aumentar un receptor más de 1,5 MHz a 30 MHz; y dos receptores más de 30 MHz a 300 MHz.

#### Equipo Complementario.-

Además de estos receptores es necesario instalar en forma fija los siguientes equipos:

Un analizador-registrador de espectro de frecuencia, un generador de señales (con modulación) de 100 MHz; un generador de señales (con modulación) de 30 MHz a 1 GHz; un discriminador para teleimpresor y dos grabadoras magnéticas de dos canales cada una. La justificación de estos equipos se tratará en el capítulo octavo.

#### Determinación de Areas.-

Para que este equipo pueda ser instalado cómodamente, dejando espacio libre para las adquisiciones futuras, es necesario una estancia de por lo menos 8 m. x 5 m.; incluyendo el espacio destinado al tablero de conmutación de antenas.

Para controlar las emisiones en el rango de UHF es necesa

rio un receptor que cubra el rango de 300 MHz hasta 1000 MHz --, con el cual muy bien se podrán cubrir las necesidades en los 15 años futuros, luego de lo cual sería necesario otro receptor -- con un rango de frecuencia mayor. Para este equipo se necesita un espacio de más o menos 7 m<sup>2</sup>.

Debido a que estas dos salas deben encontrarse en lo posible libres de ruido y de molestias, lo mejor sería que se hallen en la parte posterior del edificio. En base a esto se pueden - determinar los valores de superficie para todas las estancias:

Sala de comprobación principal (hasta VHF) y conmutación de antenas: 40 m.

Sala de comprobación para UHF: de 6 a 8 m.<sup>2</sup>

Sala para proyectos especiales: de 6 a 8 m.<sup>2</sup>

Sala para el taller de reparaciones del material electrónico y suministro de equipos portátiles: de 20 a 25 m.<sup>2</sup>

Cuarto de suministro de repuestos (almacén): de 4 a 6 m.<sup>2</sup>

Oficina del jefe de estación: de 12 a 14 m.<sup>2</sup>

Oficina del sub-jefe de estación: de 9 a 11 m.<sup>2</sup>

Sala de servicios administrativos y archivo: de 16 a 20 m.<sup>2</sup>

Instalaciones sanitarias: de 8 a 10 m<sup>2</sup>.

Distribución Funcional y Diseño.-

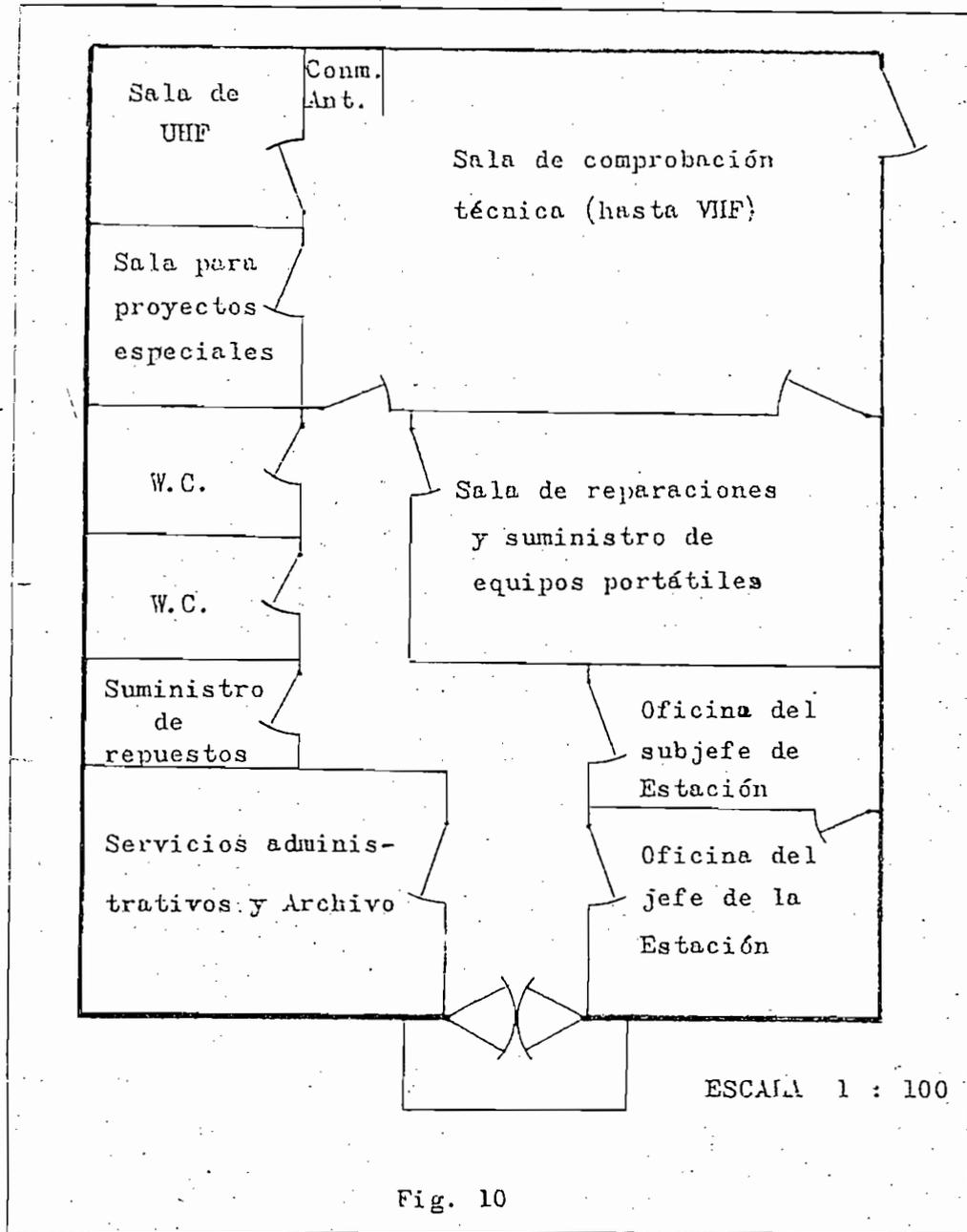
Con todos estos datos se procede al diseño del edificio -- con una distribución funcional como la expuesta en la Fig. 10.-

Desde el punto de vista económico se ha comprobado que -- en el País ha dado mejores resultados el tipo de construcción-- pre-fabricado, al menos teniendo en cuenta que lo más factible es que la Estación de Control debe hallarse en algún sitio leja no a los centros urbanos.

Según cual sea el lugar que se haya escogido para la construcción de una Estación de Control, es conveniente tener en -- cuenta la posible necesidad de tener un acondicionamiento acústico, por lo menos en la sala de comprobación principal, para -- lo cual se deberían revestir las paredes y el techo de locetas-- antisondoras o ser objeto de otro tratamiento de aislamiento fónico.

En las salas de trabajos especiales o en el taller de reparaciones, puede ser necesario utilizar gran número de generadores de señales muy intensas, u otras fuentes de energía radioeléctricas que puedan perturbar las operaciones de comprobación técnica. En este caso se puede preveer la instalación de un -- blindaje ininterrumpido de las paredes, techo y suelo de esos --

locales. Este blindaje es generalmente inútil cuando los generadores de señales son del tipo que se emplea para las operaciones normales de mantenimiento de los equipos para las pruebas.



Como hay que preveer un cableado importante para la interconexión de los diversos equipos en el interior del edificio y para los circuitos de cables que vienen de las antenas y demás instalaciones exteriores, es conveniente enterrar canalizaciones de cable en el suelo del edificio. Estas canalizaciones deben comprender numerosas aberturas de acceso, para simplificar el trabajo de instalación y de substitución de los diversos cables. Generalmente suelen utilizarse dos tipos de canalización:

- a) Canalizaciones abiertas por su parte superior, con placas continuas de cobertura movable que, una vez instaladas quedan a raz del suelo.
- b) Canalizaciones completamente cerradas con registros atornillados a pequeños intervalos para el acceso.

De estas dos formas la más aconsejable para nuestro medio es lógicamente la primera.

#### Construcciones Complementarias.-

- a) Para Vehículos y Planta Eléctrica de Emergencia.-

Cabe anotar como parte del estudio y planificación de edificios, que el destinado a garage para las estaciones móviles y dos estancias; la una destinada a la planta eléctrica de emergencia y la otra destinada a herramientas y repuestos de mantenimiento de vehículos no requiere de mayores análisis técnicos, de

tal forma que muy bien podría ser conformado de acuerdo al siguiente bosquejo:

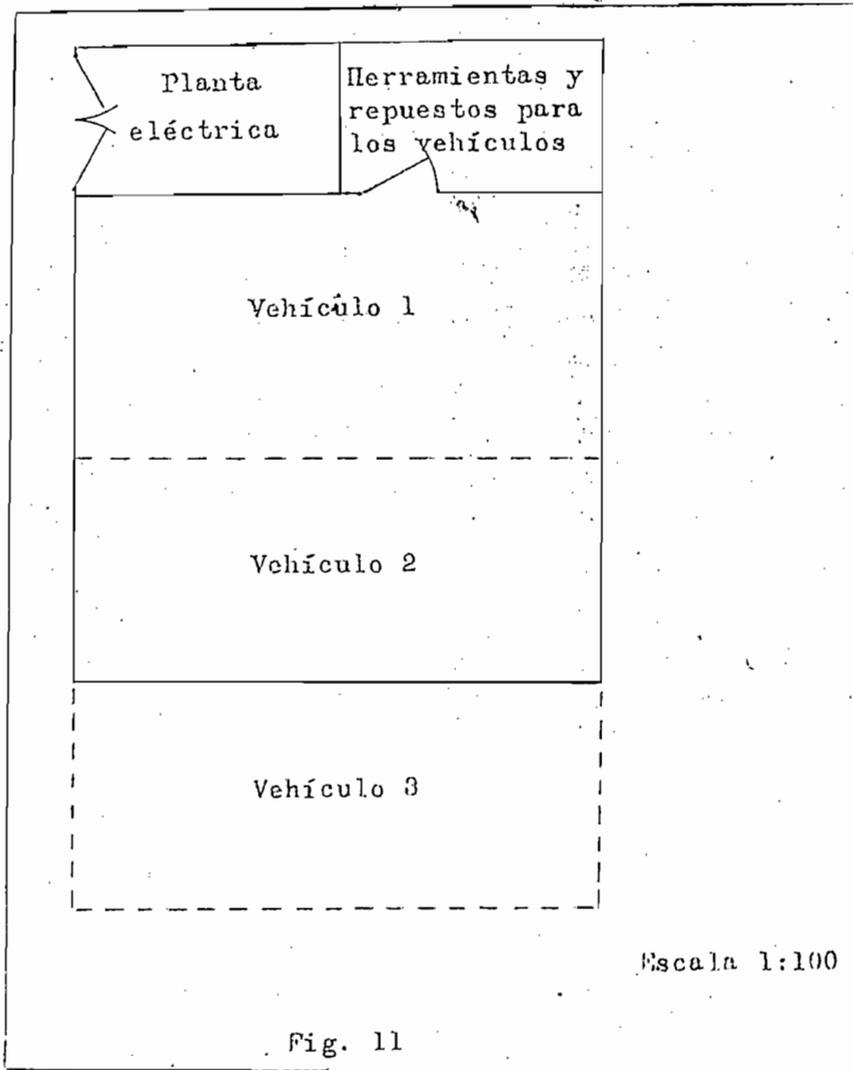


Fig. 11

b) Para Transmisores.-

Por último es necesario considerar que una Estación requiere de un servicio de transmisores, cuyas antenas deben hallarse lo más alejadas posible de las antenas de medición. Para esto en muchas ocasiones se ha visto que más conveniente resulta tener un

edificio o en su defecto un pequeño local destinado a los transmisores, el cual por ser de simples características no requiere de ningún estudio ni de un plano especial.

**CAPITULO SEPTIMO**

JUSTIFICACION DE LOS TIPOS DE ANTENAS A USARSE Y SU LOCALIZA -

CION CON RESPECTO AL EDIFICIO

Criterios para la Determinación de Antenas.-

Para determinar la clase de antenas a usarse, se puede tomar como base el grado de ocupación del espectro en los diferentes rangos de frecuencia y según esto determinar las antenas necesarias; al igual que se hizo para determinar los receptores - en el Capítulo anterior; o también se puede tomar como base los rangos de frecuencia de los diferentes tipos de antenas recomendadas por el CCIR para comprobación técnica de las emisiones y según esto ir cubriendo todo el espectro a medirse.

Para lograr el mejor resultado se harán dos cuadros de acuerdo a los dos criterios anotados y puntualizando que el primero se hará según los datos estadísticos del Capítulo anterior.

En el segundo cuadro no se han expuesto más tipos de antenas de los indicados, porque sencillamente estos son los más útiles para comprobación técnica de las emisiones (1). Las antenas para radiogoniometría y para mediciones de intensidad de campo serán tratadas posteriormente.

---

(1) Referencia No. 4

CUADRO A

No. de Antenas \ Frec.	100 KHz	1 MHz	10 MHz	100 MHz	1 GHz
	1 Antena	[Actualmente]			
2 Antenas	[En un futuro cercano]				
3 Antenas	[En un futuro lejano]				

Para obtener las condiciones indicadas en el cuadro A, -  
 basta con escoger apropiadamente las antenas expuestas en el -  
 cuadro B.

De esta manera se tiene que las antenas con las cuales se  
 alcanza un aprovechamiento óptimo son: la número 1, 2, 3, 5 y-  
 7; según el siguiente detalle:

Una antena de cuadro ULF-HF de 20 KHz a 5 MHz (Fig. 12) (1)

Una antena dipolo horizontal de 22 m., de 500 KHz a 30 MHz (Fig.  
 13). (2)

(1) Referencia No. 4

(2) Referencia No. 5

CUADRO B  
=====

Tipo de antena \ Frec.	300 KHz	1 MHz	10 MHz	100 MHz	1 GHz
① Antena de cuadro	████████████████████				
② Dipolo horizontal		████████████████████			
③ Antena de mástil			████████████████████		
④ Antena cónica de banda ancha				████████████████████	
⑤ Antena de látigo				████████████████████	
⑥ Antena cónica de banda ancha				████████████████████	
⑦ Antena logarítmica periódica				████████████████████	
⑧ Antena cónica de banda ancha				████████████████████	

Una antena de mástil de 3 MHz hasta 30 MHz de 11 m. de altura -  
(Fig. 14) (1)

Una antena de látigo para VHF desde 30 MHz hasta 90 MHz (Fig. 15)  
(2)

(1) Referencia No. 6

(2) Referencia No. 5

Una antena logarítmica-periódica rotatable de doble polarización, de 90 MHz hasta 1 GHz (Fig. 16) (1)

Instalaciones Futuras.-

Para satisfacer con los requerimientos del futuro es conveniente contar con la instalación de por lo menos una antena cónica de banda ancha y doble polarización de VHF (Fig. 17) (2), además de proveer en el siguiente análisis la futura instalación de dos antenas más para el rango alto de VHF y para UHF, hasta 3 GHz.

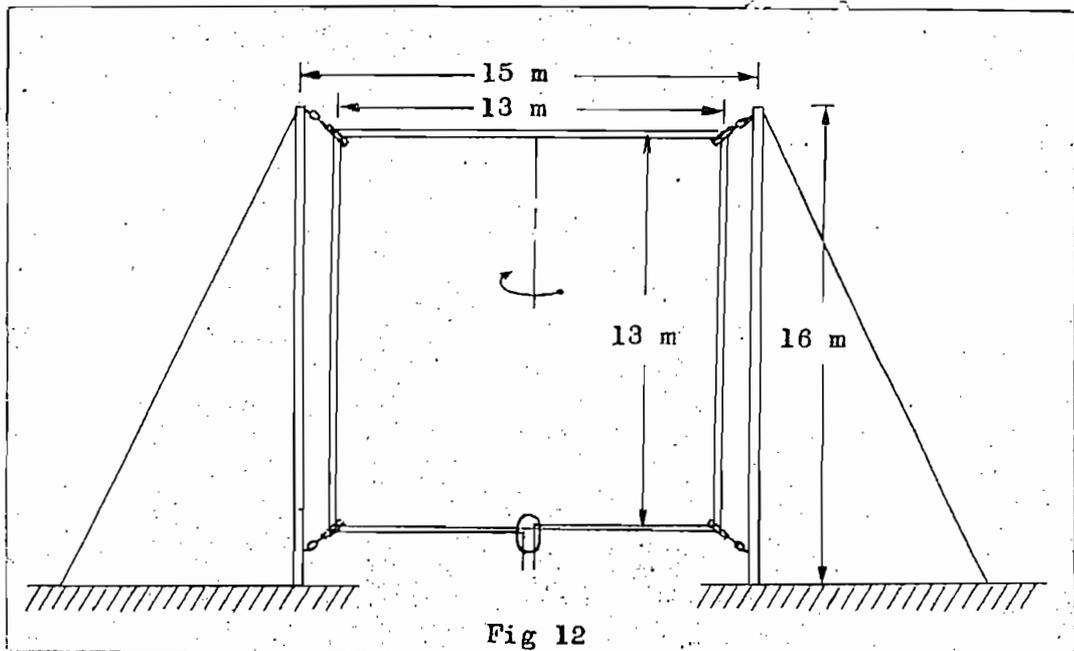


Fig 12

(1) Referencia No. 7

(2) Referencia No. 5

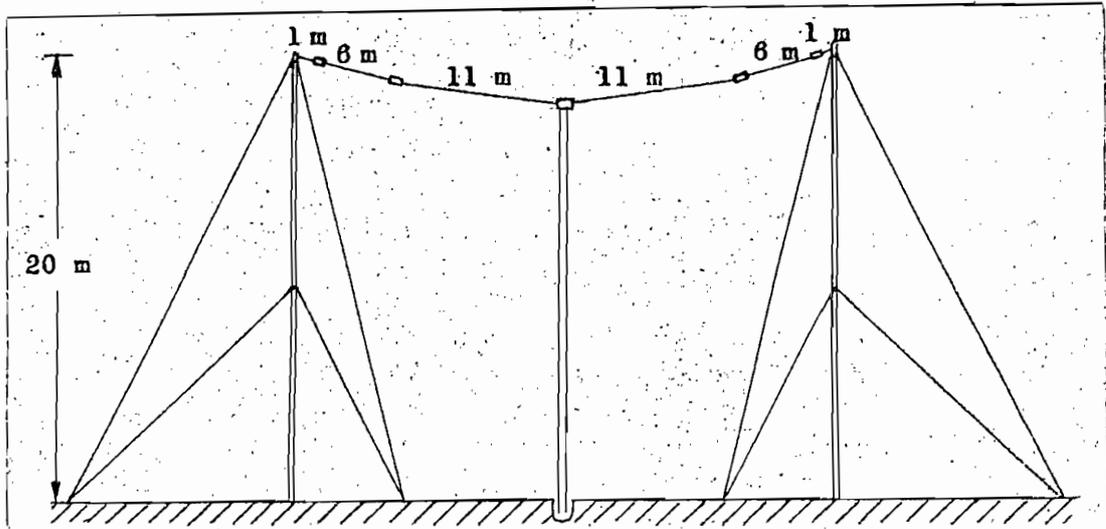


Fig 13

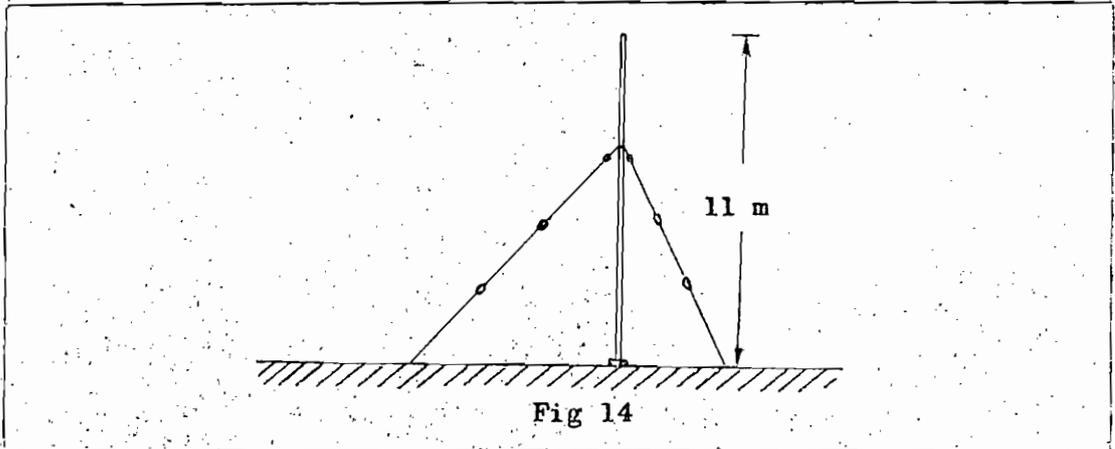


Fig 14

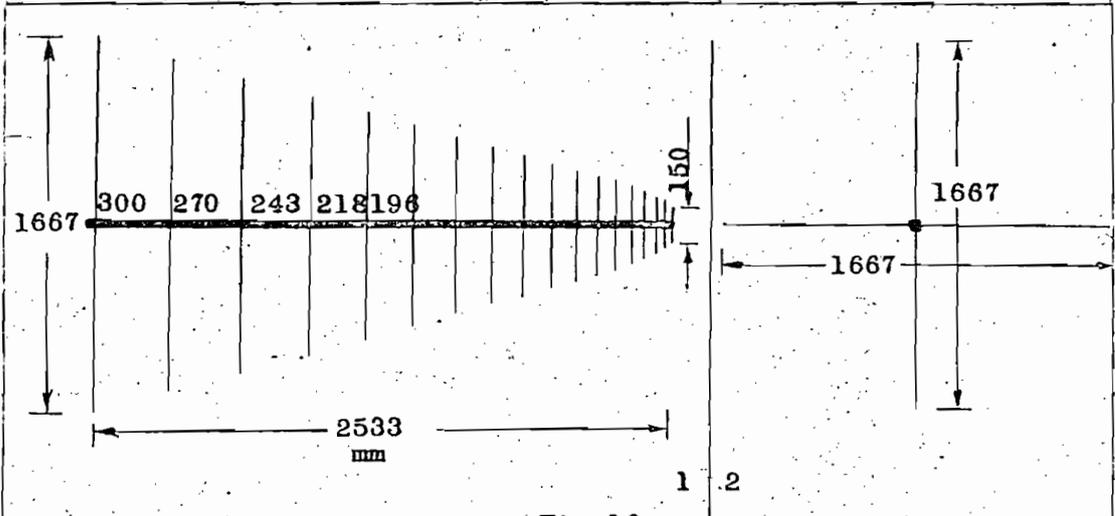
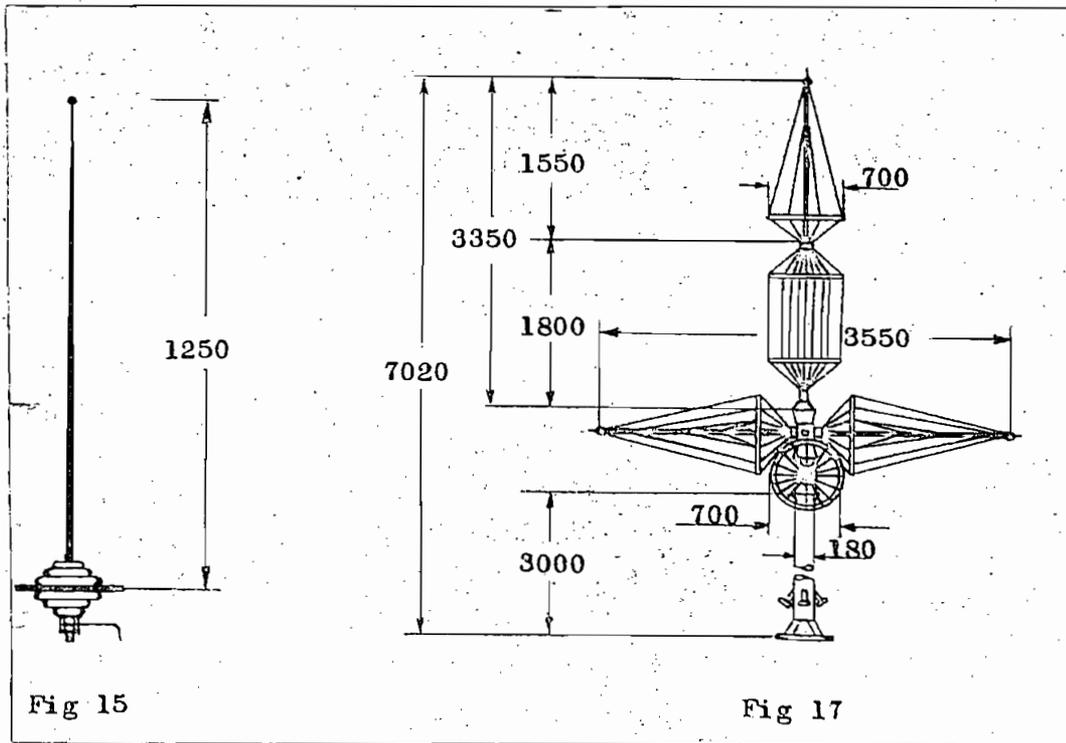


Fig 16



Localización de las Antenas y Líneas de Transmisión Apropriadas.-

Para empezar con el estudio de la localización de estas antenas con respecto al edificio, hay que tomar en cuenta dos factores. Primeramente la atenuación que experimentan las señales en función de la distancia, la frecuencia y el tipo de línea de transmisión; y en segundo lugar, que las antenas receptoras deben hallarse a la mayor distancia posible de las vías de circulación.

Las pérdidas que experimenta una línea de transmisión en función de la frecuencia y la distancia es posible calcularlas para los dos tipos principales de conductores; paralelo y coaxial, tomando como muestras pedazos de conductores de longitudes definidas.

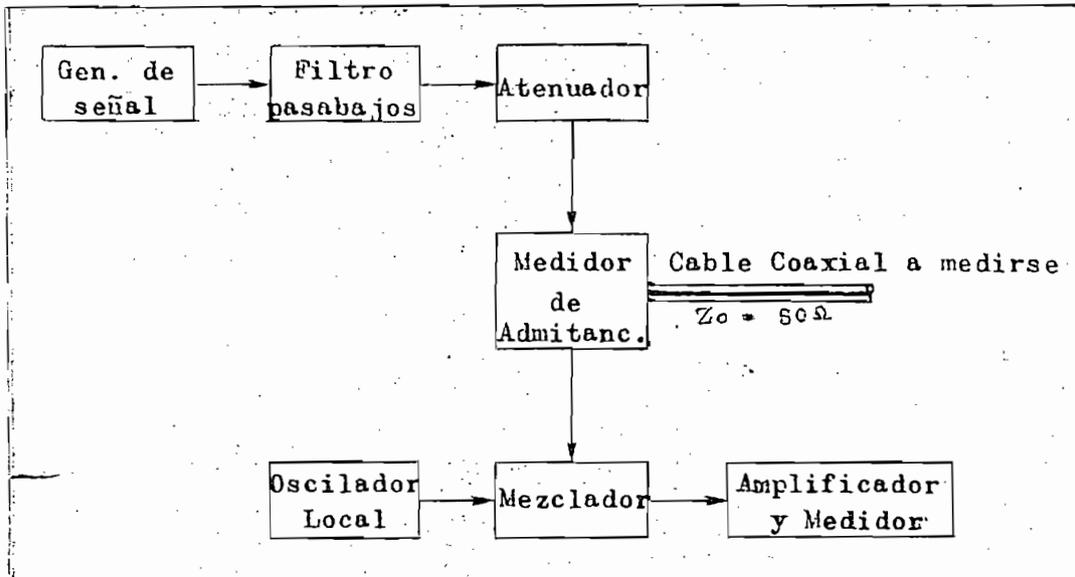


Fig. 18

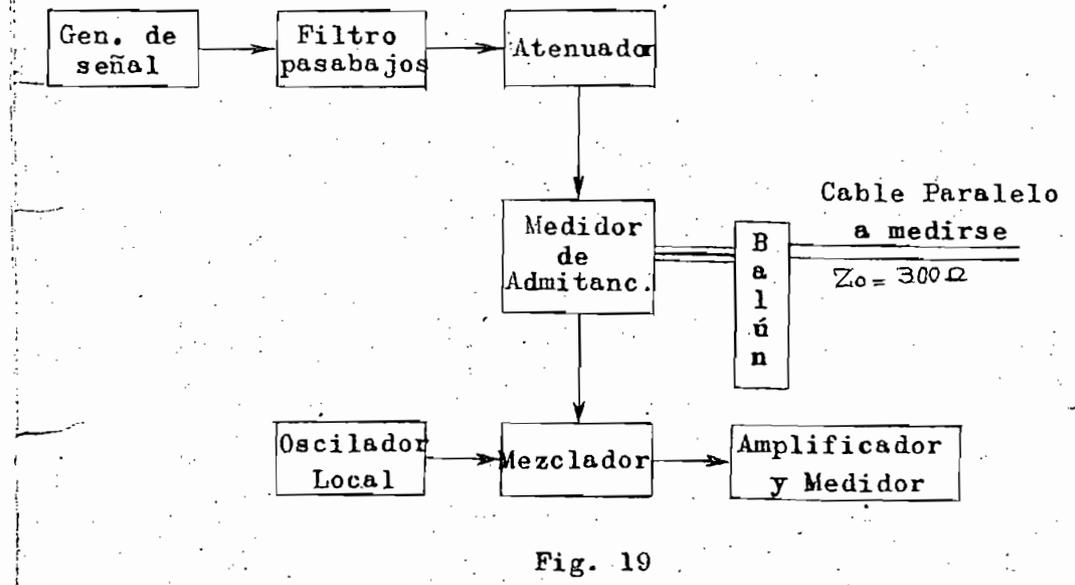


Fig. 19

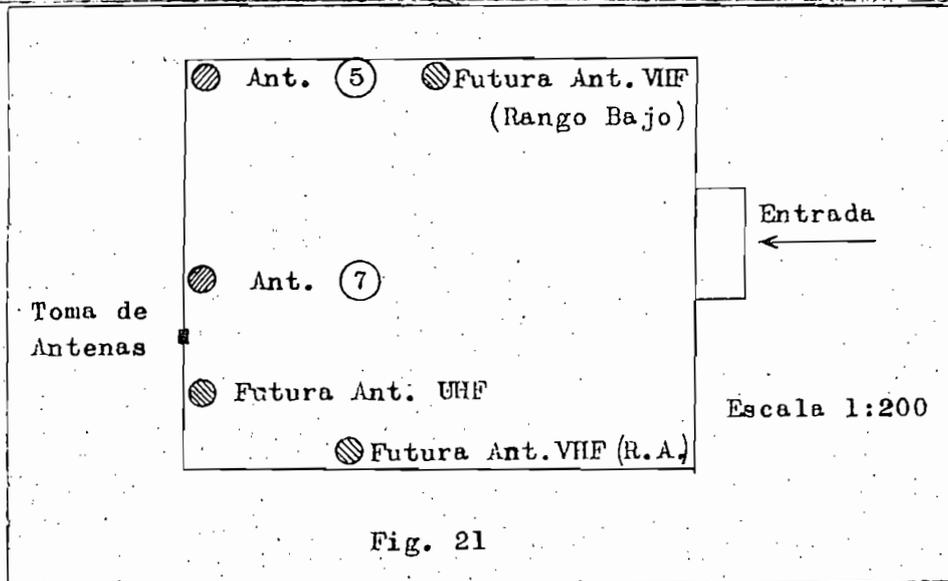
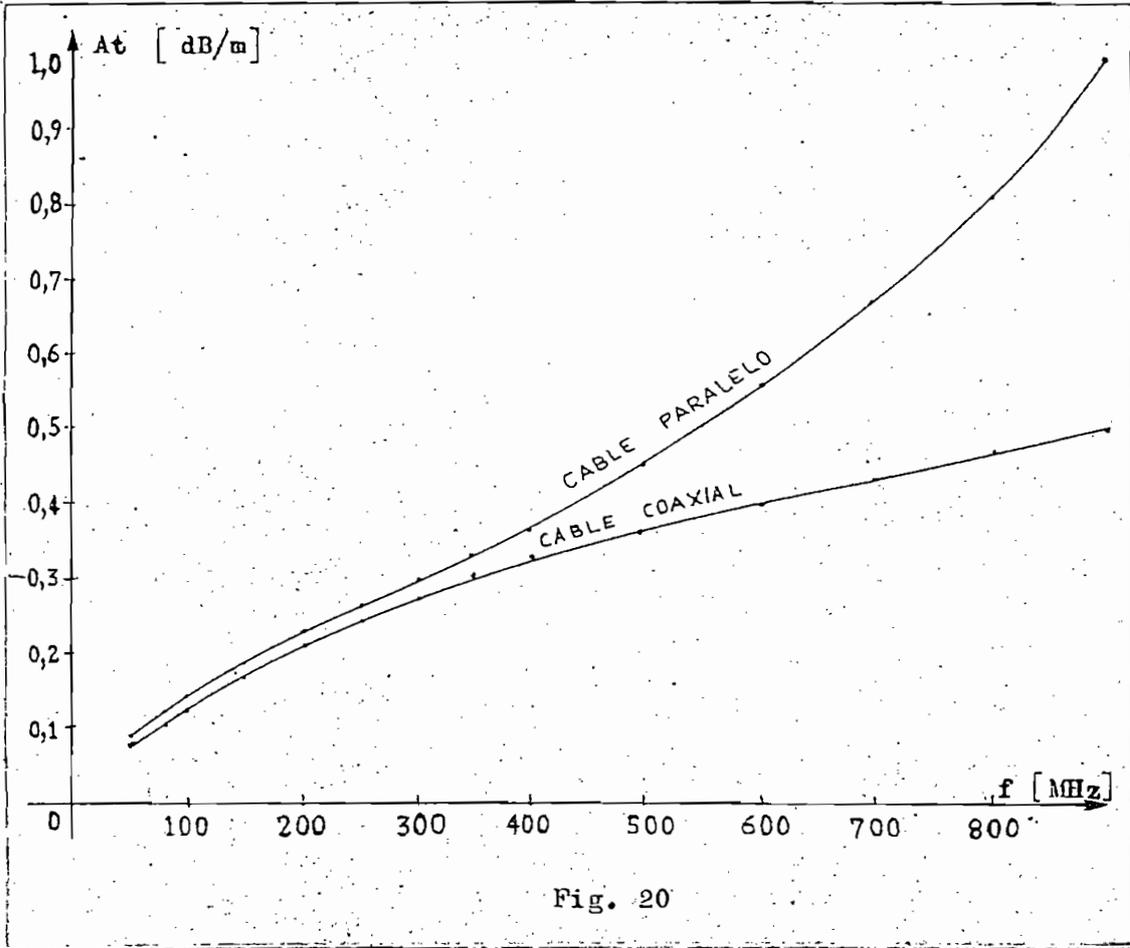
En laboratorio, por medio de los diagramas de conexiones indicados en las Figuras 18 y 19 (Equipo General Radio) se han obtenido los siguientes datos con la ayuda de la carta Smith:

Cable Coaxial	
Frecuencia	Atenuación
MHz	dB/m
50	0,087
80	0,119
100	0,135
150	0,167
200	0,206
250	0,238
300	0,262
350	0,299
400	0,321
500	0,349
600	0,394
700	0,420
800	0,460
900	0,491

Cable Paralelo	
Frecuencia	Atenuación
MHz	dB/m
50	0,095
80	0,124
100	0,141
150	0,176
200	0,218
250	0,251
300	0,289
350	0,326
400	0,361
500	0,448
600	0,554
700	0,668
800	0,809
900	0,992

Estos valores representados en un plano cartesiano dan - las curvas de la Fig. 20.

Tomando estos datos como base, se puede ver que las antenas para ondas métricas (30 MHz a 300 MHz) deben hallarse instaladas muy cerca del edificio; o lo que es mejor sobre el mismo edificio y de preferencia con cable coaxial. Con mayor razón las antenas para ondas más cortas (300 MHz o más) que no solamente deben instalarse encima del edificio, Fig. 21, sino tam



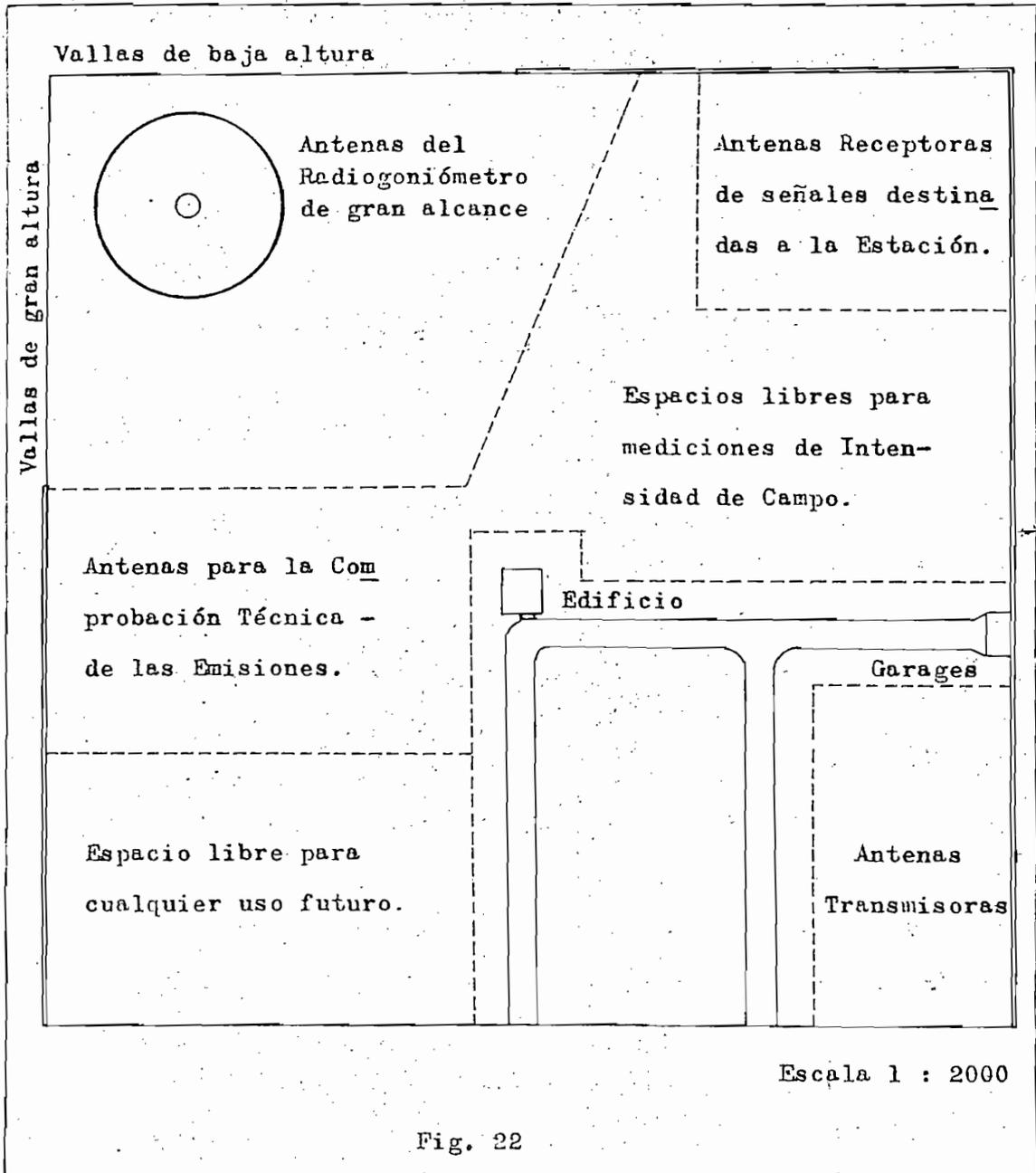
bién cerca del lugar destinado a la entrada de los cables de antena y este tipo de antenas debe instalarse con cable coaxial.

En lo que respecta a las antenas para ondas medias y -- -- largas, serán instaladas con conductores paralelos (balanceados) lo más lejos posible de cualquier fuente de ruido, es especialmente de eventuales antenas transmisoras (Fig. 22).

#### Antenas Especiales.-

En cuanto a las antenas para los radiogoniómetros fijos, se presentan problemas sumamente complejos con respecto al tipo de antenas, debido a que se deben escoger según las características del terreno que se haya determinado para la construcción de una Estación Monitora. Lo ideal sería que dichas antenas se las instalara junto con el equipo de radiogoniometría, en un terreno lejano al de la Estación de Comprobación Técnica; pero esto causa muchos problemas de índole administrativo, por lo que se debe localizar las antenas en el mismo terreno, aunque lo -- más alejadas posible del edificio, de las antenas receptoras y con mayor razón de las antenas transmisoras. Por este motivo -- las antenas del radiogoniómetro fijo deben instalarse en la esquina opuesta a la que contiene las antenas transmisoras, como se indica en la Fig. 22.

Sin embargo de que se ha mencionado como lo más correcto escoger el tipo de antenas según las características técnicas y topográficas del terreno, cabe mencionar que para nuestro medio



tanto económica como funcionalmente se debe considerar en primer término el Sistema Adcock (1) que consiste en un conjunto -

(1) Referencia No. 8

de cuatro, seis u ocho elementos verticales situados en los --  
vértices de polígonos regulares acordes. En el caso de tener --  
cuatro elementos (antenas), el aparato introduce un error llama  
do octantal en las frecuencias en las que la separación de los--  
elementos es superior a un décimo de la longitud de onda aproxi  
madamente, por esta razón es mejor pensar tan sólo en los siste  
mas de seis u ocho elementos; e incluso pensando de manera pre  
visiva, lo ideal sería instalar el sistema de ocho elementos: no  
solo por tener mayor precisión sino con miras a que en el futu  
ro se pueda usar el Sistema Visual Directo cuyas ventajas serán  
descritas más adelante, en el Capítulo denominado "Equipo de Ra  
diogoniometría Fijo y Móvil".

Para mediciones de intensidad de campo, resulta mucho me  
jor usar el mismo equipo destinado a las unidades móviles, para  
las mediciones periódicas de la intensidad de campo eléctrico --  
en el lugar donde se hallará instalada la Estación de Comproba  
ción Técnica. Esto es desde el punto de vista económico una --  
buena ventaja, pues las mediciones periódicas se las hace a --  
proximadamente una vez por semana, y una instalación fija repre  
senta el resto de tiempo un equipo inactivo cuya inversión no --  
justifica su uso, especialmente en nuestro medio.

CAPITULO OCTAVO

CARACTERISTICAS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS ELECTRONICOS DE

MEDICION Y SU JUSTIFICACION

Para desarrollar el presente Capítulo, se considerarán únicamente las condiciones actuales del País, siendo muy sencillo considerar cualquier expansión futura teniendo como base lo analizado hasta el momento. Las características de los equipos de medición serán consideradas en primer término, para luego indicar el número recomendable de estos equipos; y por último al final del Capítulo se hará un cuadro resumido para tener una vista global de los equipos necesarios para equipar una Estación Monitora.

Receptores.-

Empezando con los receptores, se debe considerar que en general estos deben ser robustos, de fácil manejo y de mantenencia simple. La mayor parte de los receptores comerciales de comunicaciones satisfacen estas exigencias y pueden emplearse fácilmente para el servicio de comprobación en general. Dado que, para ciertas mediciones corrientes por lo general se utilizan los receptores sin dispositivos auxiliares, es conveniente que posean además las siguientes cualidades:

- a) Adecuada sensibilidad;

- b) Adecuada selectividad;
- c) Ausencia de respuestas parásitas;
- d) Gran estabilidad del oscilador;
- e) Una selectividad variable por conmutación en los pasos de frecuencia intermedia;
- f) Buenas características de control automático de ganancia;
- g) Una buena respuesta en baja frecuencia;
- h) Un dial de sintonización calibrado con precisión;
- i) Estabilidad suficiente con respecto a las variaciones de temperatura o de la corriente de alimentación.

Todas estas características bases es importante que tengan los receptores, por ser los aparatos más importantes en las Estaciones de Comprobación Técnica. Además para poder conectar al receptor aparatos suplementarios, tales como dispositivos de manipulación de radioteleimpresor, osciloscopios, etc., es conveniente que la salida de frecuencia intermedia sea accesible con baja impedancia, a través de pasos separadores. También es útil, especialmente en las bandas de frecuencias elevadas, insertar un regulador de entrada (atenuador) cuya función será la de eliminar las frecuencias parásitas debidas a la presencia de

señales de nivel elevado en la entrada del receptor. Es recomendable que los receptores tengan dispositivos de sintonización especialmente adecuados para obtener un barrido mecánico de frecuencia, cuando se desee utilizar un registrador de barrido de frecuencia.

Para las tareas generales de comprobación técnica, la precisión mínima de la lectura del receptor debe ser por lo menos de  $10^{-4}$ .

En cuanto al número de receptores, en el Capítulo Sexto se determinó la necesidad de usar un receptor de 20 KHz a 1,5 MHz, dos receptores de 1,5 MHz a 30 MHz y un receptor de 30 MHz a 300 MHz.

#### Equipo para Mediciones de Frecuencia.-

Cabe indicar de antemano que en la actualidad, la mayoría de las mediciones de frecuencia se efectúan por medio de un sintetizador de frecuencias, por ser un aparato de fácil manejo que se comporta como un generador y que cubre una amplia gama de frecuencias. Este equipo debe satisfacer las siguientes características básicas:

- a) Debe ser de fácil utilización;
- b) Debe permitir hacer mediciones con una precisión de 0,1 Hz o incluso de 0,01 Hz;

- c) Debe tener una elevada tensión de salida;
- d) El oscilador de cristal debe ser de gran estabilidad;
- e) Debe tener la posibilidad de calibrar el oscilador de cristal con una aproximación de  $1 \times 10^{-9}$  ;
- f) En lo posible debe tratarse de que el aparato sea transistorizado y por lo tanto de poco peso, reducidas dimensiones y bajo consumo.

Teniendo presente el número de receptores y el grado de ocupación del espectro sería conveniente la utilización de dos sintetizadores de frecuencia (frecuencímetros) de 1 KHz a 30 -- MHz y un frecuencímetro de 30 MHz a 1 GHz.

#### Aparatos para el Control Automático de Ocupación del Espectro.-

En una Estación de Comprobación Técnica, el control de la ocupación del espectro se lo hace de dos maneras. El primer método es: subjetivo, según el cual las observaciones son hechas - en forma manual por los operadores durante un corto tiempo; método utilizado principalmente para identificar una emisión y evaluar su calidad. El segundo es el método objetivo, según el - cual las mediciones se efectúan automáticamente durante un cierto período de tiempo. Los métodos automáticos permiten regis--trar la frecuencia de una emisión, el tiempo de ocupación del - espectro, la intensidad de campo, la anchura de banda, y en su-

caso, la relación señal-ruido o señal-interferencia. Para poder realizar las observaciones automáticas de ocupación del espectro, se necesita como equipo indispensable un registrador de espectro de frecuencia (de barrido de frecuencia), un amplificador selectivo y un dispositivo mecánico que acciona el mando de sintonía. El registrador de espectro de frecuencias debe ser:

- a) Un aparato de las mejores características operacionales;
- b) De gran sensibilidad;
- c) Debe tener por lo menos cinco velocidades diferentes; y,
- d) Debe tener una impedancia de entrada de por lo menos  $5\text{ M}\Omega$

Igualmente el dispositivo mecánico que acciona el mando de sintonía debe estar compuesto por un motor silencioso, de velocidad estable y conectado a un sistema de engranajes que permita tener al menos cinco velocidades diferentes. El amplificador selectivo se lo usa cuando se requiere estudiar en detalle la ocupación de una banda, hallándose colocado entre el receptor y el registrador.

#### Equipo de Medición de Anchura de Banda.-

En una Estación Monitora es de mucha importancia contar con los aparatos necesarios para realizar las mediciones de anchura de banda. Son numerosos los aparatos de medida de anchura

ra de banda apropiados para uso en las Estaciones de Comprobación Técnica, pero es casi imposible hacer dichas medidas tan correctamente como fuera lo deseado. De ahí que para nuestro País lo más aconsejable sería usar el método simple de medida por medio de un osciloscopio y de una cámara especial con película de progresión continua, cuya velocidad puede regularse. Debido a que un osciloscopio es necesario en varios campos dentro del funcionamiento de una Estación, es mejor que se den especificaciones técnicas más precisas, en lugar de recomendaciones de índole general. Estas características son:

- a) Las dimensiones de la pantalla deben ser mayores o iguales que 10 cm.;
- b) El rango de frecuencia del amplificador vertical debe ir -- desde DC hasta 10 MHz;
- c) La impedancia de entrada debe ser mayor que  $1\text{ M}\Omega$  con una -- capacitancia de entrada mínima;
- d) Las frecuencias de barrido horizontal deben ir desde aproximadamente 0,02 Hz hasta 1 MHz en escalas calibradas;
- e) En lo posible deberá tener acción iniciadora (trigger action);
- f) El rango de frecuencia del amplificador horizontal debe ir

desde DC hasta más o menos unos 500 Kilz.

En cuanto a la cámara de película móvil, las velocidades de la misma deben ser regulables desde algunos milímetros por segundo hasta aproximadamente 5 metros por segundo.

Equipo de Identificación.-

La identificación de las emisiones es una de las tareas más difíciles del Servicio de Comprobación Técnica Internacional. Esta dificultad se debe en parte a la transmisión poco frecuente de los distintivos de llamada, y al uso de distintivos abreviados o no registrados oficialmente, y, en gran medida, a la dificultad que presenta la decodificación de las señales correspondientes a complejos sistemas de transmisión de uso cada vez más general. En consecuencia, las Estaciones de Comprobación Técnica deben estar equipadas por lo menos con el siguiente equipo de identificación:

- a) Un discriminador para teleimpresor;
- b) Un teleimpresor;
- c) Dos grabadoras magnéticas de dos canales cada una;
- d) Un sistema de recepción de multiplex por división de frecuencia y de división de tiempo.

### Generadores de Señales.-

En una Estación de Comprobación Técnica, uno de los aparatos más importantes es el generador de señales. Constituye esencialmente en una fuente patrón de energía radioeléctrica, cuyas características de frecuencia, potencia y modulación se conocen con exactitud, lo que permite evaluar el funcionamiento del equipo de recepción o las características de la emisión que se comprueba. Los generadores de señales deben estar calibrados en frecuencia y en potencia de salida. El factor más importante es la precisión con que se simulan las señales, para lo cual el generador de señales debe contar con:

- a) Un oscilador de alta frecuencia con indicación del ajuste de la misma, y cuya estabilidad debe ser de 1 Hz en  $10^7$  Hz;
- b) Un atenuador calibrado con indicación de la potencia de salida;
- c) Un modulador variable;
- d) Una fuente de energía estable.

Según los equipos anteriormente analizados, es necesario contar con un generador de señales (con modulación) de 100 KHz a 30 MHz y un generador de señales con modulación de 30 MHz a 1 GHz.

### Equipo Adicional.-

Hasta el momento se ha descrito el equipo fundamental -- que una Estación de Comprobación Técnica debe tener para que se puedan efectuar la mayor parte de las operaciones de comprobación de las emisiones. Sin embargo según las necesidades palpables en el funcionamiento de una Estación Monitora pueden ser -- relativamente necesarios ciertos aparatos suplementarios que aumentarían la eficacia y ampliarían las posibilidades de la Estación.

Como ejemplos de estos aparatos se pueden citar los atenuadores de precisión usados para adaptar niveles de tensión o para desacoplar las salidas de diferentes equipos, los igualadores de tensión antena-frecuencímetro, una cámara Polaroid para registrar imágenes de diversa índole captadas en el osciloscopio, etc.

### Cuadro de Equipo Necesario.-

En el cuadro de resumen de equipos, constará una columna de símbolos que de aquí en adelante representará a cada uno de los aparatos para facilitar los diagramas de conexiones del -- próximo Capítulo.

CUADRO C

EQUIPO	SIMBOLO	RANGO DE FRECUENCIA
Receptor	R1	20 KHz - 1.5 MHz
Receptor	R2	1.5 MHz - 30 MHz
Receptor	R3	1.5 MHz - 30 MHz.
Receptor	R4	30 MHz - 300 MHz
Receptor	R5	300 MHz - 1 GHz
Frecuencímetro	F1	1 KHz - 30 MHz
Frecuencímetro	F2	1 KHz - 30 MHz
Frecuencímetro	F3	30 MHz - 1 GHz
Registrador de Espectro	E1	
Amplificador Selectivo	A1	
Osciloscopio	O1	DC - 10 MHz
Teleimpresor	T1	
Generador de Señales	S1	100 KHz-- 30 MHz
Generador de Señales	S2	30 MHz - 1 GHz
Grabadora Magnética	G1	
Grabadora Magnética	G2	
Motor para sintonizar		
Receptores	M1	
Cámara de Película Móvil	C1	
Cámara Polaroid	P1	
Igualadores de Tensión		
Antena-Frecuencímetro	I1...5	
Atenuadores	AT	

**CAPITULO NOVENO**

DIAGRAMAS DE CONEXION DE LOS EQUIPOS ELECTRONICOS

El estudio de las conexiones de equipos en el caso de una Estación de Comprobación Técnica debe empezar por los elementos de mayor cuidado como son las antenas.

Diagrama de Conexión de Antenas.-

Recordando que para las antenas existe una entrada especialmente ubicada en la sala de comprobación principal, se puede proceder a la conformación del diagrama de conexiones de las mismas, puntualizando antes tres factores de importancia:

- 1.- Cada antena, en general será usada para conectarla a cualquier receptor cuyo rango de frecuencia incluya parte o todo su respectivo rango de frecuencia, por lo cual es necesario hacer el diagrama de conexiones (conmutación antenas) basándose en los Cuadros B y C.
- 2.- Aunque aquí se harán diagramas de bloques, se debe tener presente que para las antenas de baja frecuencia se usarán simplemente conmutadores de barra, mientras que para las antenas de frecuencias altas se usarán conmutadores coaxiales de acuerdo a lo analizado en el Capítulo Séptimo sobre el tipo de línea de transmisión más apropiado para cada caso. Los conmutadores deben ser de buena calidad para evitar atenuaciones.

3.- Estando las antenas colocadas en el exterior del edificio y en un lugar totalmente despejado como se indica en el Capítulo Cuarto, existe el riesgo de que una descarga eléctrica provocada por cúmulos de nubes destruya los equipos instalados en la sala de comprobación técnica. Por esta razón es necesario colocar dispositivos de seguridad que sirvan para desviar a tierra la energía proveniente de dichas descargas, en un punto adecuado anterior a la toma de antenas del edificio

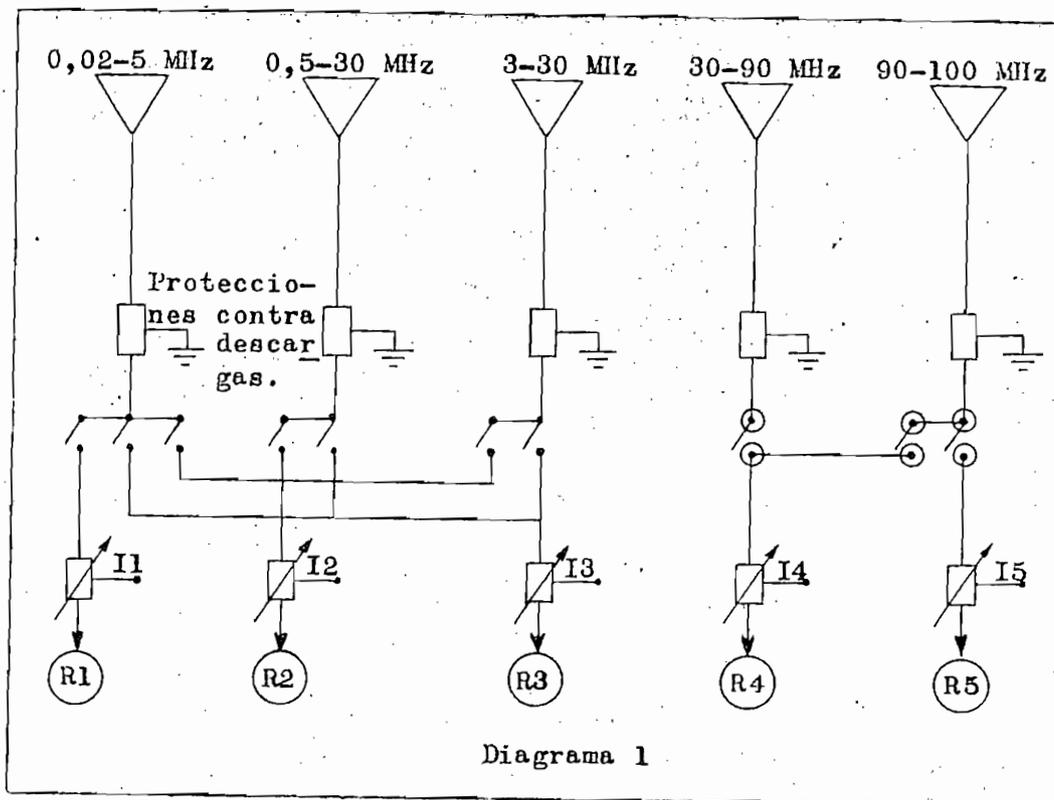


Diagrama de Conexión de Aparatos.-

Para realizar el diagrama de conexión del resto de equipo se debe tener presente que en el Capítulo Sexto se menciona —

ciertos equipos como instalados en forma fija, en base a los --  
cuales se calculó las dimensiones de la sala de comprobación --  
principal. Es importante evaluar hasta que punto resulta conve  
niente tener equipos portátiles (presentan mayor variedad de u-  
sos y facilidades) y hasta que punto instalar equipos en forma-  
fija, que determinan más orden y menos confusiones.

Debido a que una Estación Monitora funciona en base a un-  
grupo de personas que trabajan simultáneamente, es necesario sa  
crificar la variedad de aplicaciones de algunos equipos de tipo  
portable que se los instala en forma fija, con el fin de que el  
trabajo no se congestione con el amontonamiento de equipos por-  
tátiles junto al panel central de receptores. Ejemplos de lo -  
dicho son el analizador-registrador del espectro de frecuencia,  
el generador de señales (con modulación) de 100 KHz a 30 MHz, -  
el generador de señales (con modulación) de 30 MHz a 1 GHz y el  
discriminador para teleimpresor. Los receptores y las grabado-  
ras de hecho trabajan como equipo amovible, intercomunicable --  
por medio de switches.

Con estas bases se puede realizar el diagrama de conexio-  
nes de todos los equipos con todas sus posibilidades (ver Dia--  
grama 2).

Como ejemplo de operación con el equipo instalado en esta  
forma veamos el caso de verificar una interferencia provocada -  
por corrimiento de la portadora de un determinado transmisor, o

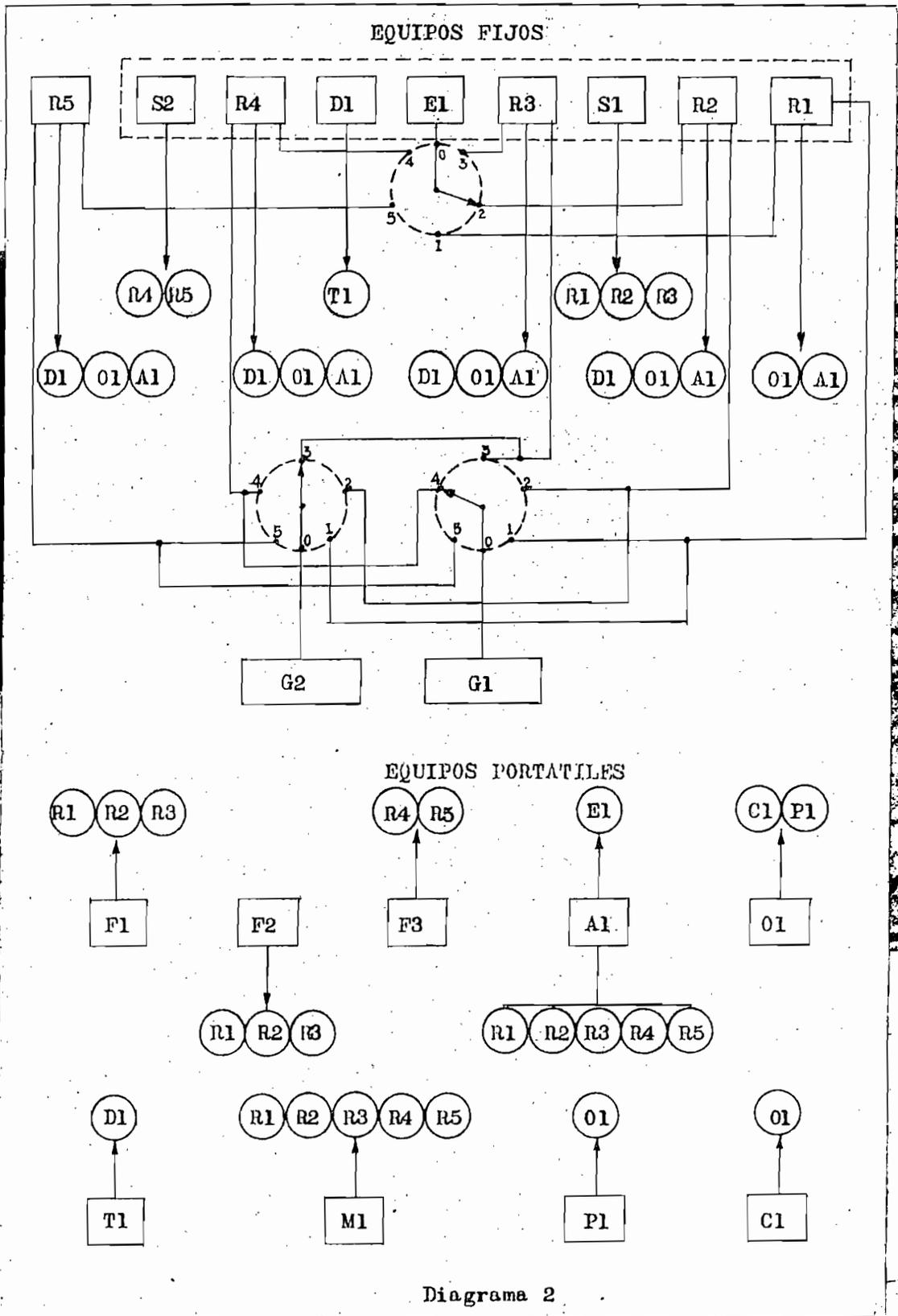


Diagrama 2

por una armónica del mismo.

- a) Se sintoniza la emisión en un receptor (supongamos en R2);
- b) Se conecta una grabadora (G1) en la posición 2 del selector para tener como constancia de operación una grabación magne  
tofónica;
- c) Conectamos un frecuencímetro (F1) a R2 por medio del igual  
ador de tensión antena-frecuencímetro I2, con lo cual se ob-  
tiene el valor de frecuencia de la portadora en cuestión, -  
(siguiendo los pasos del método indicado en el Capítulo Dé-  
cimo Segundo), que sirve para determinar la irregularidad -  
que provoca interferencia.

**CAPITULO DECIMO**

EQUIPO NECESARIO PARA EL LABORATORIO DE REPARACIONES

Para que una Estación Monitora pueda funcionar normalmente, con el menor número de interrupciones por fallas de equipo y contando siempre con aparatos correctamente calibrados, se hace indispensable un laboratorio de reparaciones debidamente equipado. Entre los elementos de primera importancia se pueden citar:

- a) Un atenuador de gran precisión que trabaje sin alteraciones hasta 1 GHz;
- b) Un generador de señales desde 1 Hz hasta 100 KHz;
- c) Un generador de señales desde 30 KHz hasta 1 GHz;
- d) Un multímetro con una sensibilidad de aproximadamente 40.000 ohmios/voltio;
- e) Un reflectómetro con un rango de frecuencia de 10 MHz a 1 GHz;
- f) Un generador de ruido desde 1 MHz a 1 GHz;
- g) Un milivoltímetro con un rango mínimo de 0,1 mV hasta 100 mV;

- h) Un puente de admitancias;
- i) Un probador de válvulas;
- j) Un probador de transistores;
- k) Dos fuentes de poder de 0 - 50 Voltios DC y 5 Amp.
- l) Un juego de herramientas;
- m) Un juego básico de componentes.

PARTE TERCERA

F U N C I O N A M I E N T O

CAPITULO DECIMO PRIMERO

COMPORTAMIENTO Y CAMPO DE ACCION DE LOS EQUIPOS YA INSTALADOS

Una vez que un equipo ha sido instalado, por lo general - se comporta de diversas maneras según la forma en que se lo haya hecho, y en especial de acuerdo al conjunto de equipos que lo rodea.

Receptores.-

Siguiendo un orden similar al del Capítulo Octavo, se tiene en primer lugar los receptores. Son estos los aparatos más-versátiles dentro de una Estación de Comprobación Técnica; pues un mismo receptor puede tomar señales de cualquiera de las antenas afines, pudiendo incluso probar la calidad de las señales - conectándose a dos e incluso tres antenas simultáneamente, hasta ver con que combinación se obtiene mejores resultados. En este caso por ejemplo se hallan los receptores R2 y R3; R4 puede hacer pruebas con dos antenas; y, los receptores 1 y 5, aunque podrían tratar de hacer conexiones múltiples de antena, es mejor que se limiten al uso de las respectivas afines, por hallarse en los rangos de frecuencia extremos.

En el Capítulo Sexto se estipula que un receptor debe tener entre otras cualidades, varias salidas suplementarias con las cuales pueden conectarse con casi todos los demás equipos - existentes en una Estación Monitora. Así los receptores pueden conectarse directamente al osciloscopio, al discriminador de te

leimpresor, al analizador de espectro o al amplificador selectivo y a cualquiera de las dos grabadoras magnéticas.

En lo que toca a las entradas de los receptores, además - de las antenas, se pueden conectar los frecuencímetros y los generadores de señal; existiendo incluso la factibilidad de conectarse un aparato exclusivamente mecánico como es el motor de sintonía para los procesos de análisis de espectro.

En extracto se puede decir que los receptores sirven para:

- a) Mediciones de frecuencia;
- b) Mediciones de anchura de banda;
- c) Control automático de la ocupación del espectro;
- d) Para identificación;
- e) Para evaluar la calidad de modulación, la calidad de filtraje de armónicas, etc.

#### Aparatos de Campo de Acción Limitado.-

Hablando de los frecuencímetros, se sabe que estos tienen un campo de acción limitado y bastante definido; pues aunque -- son muy usados, no salen de la misma rutina cual es la de comparar frecuencias para su determinación. En el mismo caso de los

frecuencímetros se hallan el discriminador para teleimpresor, - teleimpresor, el motor de sintonización, las grabadoras, las cámaras P1 y C1, y el amplificador selectivo.

#### Osciloscopio.-

El osciloscopio en cambio tiene un campo de acción más o menos grande, siendo de mayor utilidad en una Estación Monitora para:

- a) Procesos de control de frecuencia intermedia;
- b) Para poder apreciar el nivel de ruido;
- c) Para observar la calidad de una señal;
- d) Para determinar anchuras de banda; y,
- e) Conjuntamente con las cámaras fotográficas, para hacer análisis completos de una señal en función del tiempo y de la -- frecuencia.

#### Analizador-Registrador de Espectro.-

Otro aparato que tiene algunas aplicaciones es el analizador-registrador de espectro, pues dependiendo de ciertas características de fabricación, este aparato se desempeña muy bien - en:

- a) El estudio detallado de la ocupación de una banda;
- b) Comprobación de la forma de una señal;
- c) Detección e identificación de las señales no esenciales, moduladas en amplitud o en frecuencia;
- d) La medición del tiempo de establecimiento, de la duración y de la cadencia de repetición de los impulsos;
- e) La medición de las características espectrales de las señales moduladas por impulsos;
- f) La medición en primera instancia de la anchura de banda; y,
- g) La determinación de la relación señal-ruido.

Generadores de Señal.-

Finalmente evaluemos como se comportan los generadores de señales en una Estación Monitora. Un generador de señales preciso, a más de ser indispensable en el laboratorio para las mediciones de sistemas, aparatos y componentes, unido a otros equipos permite efectuar las siguientes mediciones de comprobación:

- a) Mediciones de antena (diagrama del lóbulo de radiación, determinación de la ganancia, etc.);

- b) Evaluación del funcionamiento de un receptor;
- c) Mediciones de desvanecimiento;
- d) Mediciones de intensidad de campo en valores relativos;
- e) Determinación de anchura de banda y de curvas de respuesta;
- f) Evaluación de la precisión del equipo etc.

Este es en resumen el primordial y básico campo de acción de los aparatos instalados en una Estación Monitora. Sin embargo todos y cada uno de estos equipos permiten a un grupo de técnicos especializados experimentar en las condiciones en que una Estación Monitora lo permita; y, mientras sea posible, el campo de acción de los equipos citados va mucho más allá de lo expuesto en este Capítulo.

**CAPITULO DECIMO SEGUNDO**

FORMA DE OPERAR CADA EQUIPO

El desarrollo de este Capítulo, haciéndolo en una forma de tallada llevaría todo un volumen completo y tan grande cuanto - mayores detalles se consideren al respecto. Por esta razón en este análisis se considerarán únicamente los fundamentos básicos de operación de cada uno de los equipos, resaltando en aquellos en los cuales un ingeniero o un técnico por lo general no se halla muy familiarizado.

Operación de Receptores.-

La forma básica de operar un receptor es bien conocida -- por todos; consistente en el manejo del control de volumen y - del control de sintonía. Sin embargo un receptor profesional - de la categoría apropiada para una Estación Monitora, cuenta - con diversos controles adicionales que deben operarse según las condiciones de la emisión que se recibe. Así por ejemplo un receptor de este tipo cuenta con un control de tono (filtro pasaltos y filtro pasa bajos) que se usa según la calidad de una emisión; un selector de ancho de banda que sirve para captar apropiadamente transmisiones de telegrafía, telex y ciertas señales de facsímil según el ancho de banda que cada uno de ellos - esté usando, además este tipo de receptores cuenta por lo general con un mando de AFC (Control Automático de Frecuencia), que debe accionarse luego de haber sintonizado una transmisión en frecuencia modulada, para evitar las molestias de recepción que causan el corrimiento de frecuencia de la portadora, además de-

contar también con un filtro de ruido de FM. Tal vez la característica más importante de estos receptores de control, es el BFO (Oscilador de Frecuencia de Batido) que se lo usa para la determinación de la frecuencia que está usando un transmisor de la manera que se indica en la forma de operar los frecuencímetros.

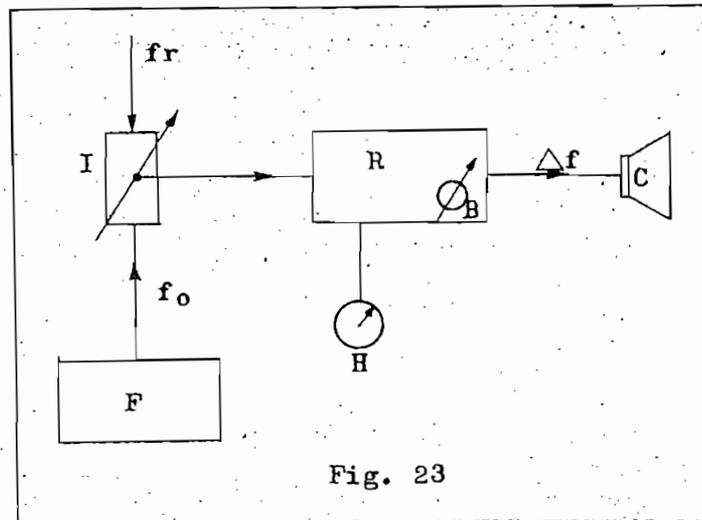
Los receptores en general suelen tener uno que otro dispositivo adicional a los citados, que sirven para facilitar su forma de operación, pero que dependen de la casa fabricante. Estas innovaciones en todo caso son de carácter secundario.

#### Frecuencímetros.-

Los frecuencímetros son aparatos que pueden usarse para el efecto de medición de una frecuencia por diferentes métodos. En el presente Capítulo es conveniente que se describa el método que resulta más apropiado para comprobar si una frecuencia usada está dentro de los límites de tolerancia impuestos por el Reglamento de Radiocomunicaciones, con respecto a la frecuencia asignada. Este es el llamado Método por Frecuencia de Batido. Consiste en utilizar la frecuencia que representa la diferencia entre la frecuencia desconocida que se recibe y una frecuencia conocida producida por un oscilador variable (frecuencímetro). En este procedimiento la frecuencia recibida y la frecuencia del oscilador se aplican simultáneamente a la entrada del receptor, a través del igualador de tensiones antena-frecuencíme-

tro, dando como resultado una diferencia de frecuencia generalmente pequeña. Las dos frecuencias tienen el mismo valor cuando la señal de diferencia corresponde a Cero Hz. Como generalmente un receptor no responde a las frecuencias muy bajas, es difícil verificar con precisión si las dos frecuencias son iguales. Puede salvarse este inconveniente utilizando un oscilador de -- frecuencia de batido (BFO), que dé indicaciones acústicas, incluso con batidos muy lentos, modificando la amplitud del tono de batido. En muchos casos, un instrumento que permita medir la tensión de entrada basta para observar los batidos.

Para complementar las indicaciones dadas se indica en la Fig. 23 el circuito de conexión de los aparatos para efectuar las mediciones de frecuencia por el método de la frecuencia de batido



**F** : Frecuencímetro (de preferencia sintetizador de frecuencia)

**R** : Receptor (cualquiera de los cinco receptores)

I : Igualador de tensión antena-frecuencímetro (equilibrador - de nivel de entrada)

H : Aparato indicador de la tensión a la entrada del receptor

B : Oscilador de frecuencia de batido (BFO)

C : Altavoz o audífono

$f_0$  : Frecuencia de la señal proveniente del frecuencímetro

$f_r$  : Frecuencia que se ha de medir

$\Delta f$ :  $f_r - f_0 = \Delta f$ . Si  $\Delta f = 0$ , se producirán batidos en la -- frecuencia de diferencia (nota de batido) producida por el BFO.

El método que se ha descrito es rápido, seguro y digno de confianza, aunque en la práctica se han encontrado métodos de mayor precisión pero más complicados.

#### Registrador-Analizador de Espectro.-

El registrador-analizador del espectro de frecuencia se lo usa fundamentalmente para las observaciones automáticas del uso de frecuencias. Para determinar el grado de ocupación de una banda de frecuencia, hay que variar periódica y progresivamente la sintonización del receptor de manera que se reciban to-

das las frecuencias de esta banda. El receptor en este caso se complementa con el dispositivo mecánico mencionado en el Capítulo Octavo que efectúa el barrido de la banda, actuando sobre el mando de sintonía. Toda señal recibida en el curso de esta exploración es amplificada y produce una señal variable que es receptada por el registrador de barrido de frecuencia.

Es importante saber evaluar la conveniencia del uso de -- las diferentes velocidades tanto del registrador (velocidad del paso del papel) como del motor de sintonización. En esta forma cuando se desea estudiar en detalle el tipo de emisiones que es tán ocupando el espectro, con detalles de modulación, ancho de banda, filtraje de armónicas o de frecuencias espureas, etc., - se debe mover lentamente el sistema de sintonización al mismo - tiempo que se debe proporcionar una velocidad más o menos alta al registrador-analizador del espectro de frecuencia. Contra-- riamente cuando tan sólo se quiere contar el número de emisoras que están ocupando una banda de frecuencia, entonces se colocará el motor sintonizador en una velocidad rápida y el registrador en baja velocidad. Cuando se desee hacer simplemente con-- troles periódicos y rutinarios, se usarán velocidades interme-- dias de los dos aparatos según las necesidades de control.

#### Forma de Operar el Osciloscopio.-

Un osciloscopio en general es fácil de operar para cual - quier propósito determinado. Para ello basta conectar al amplificador vertical las señales que se desea observar, y según el-

propósito que se persiga se conectará al amplificador horizontal alguna señal, o simplemente se sincronizará el barrido interno del osciloscopio de tal forma que permita observar en la pantalla una imagen estable. Antes de hacer cualquier operación con el osciloscopio es necesario tener una idea de la amplitud que las señales a medirse u observarse poseen, para colocar una escala apropiada en el amplificador vertical; pues de otra manera no será fácil determinar con rapidez una falla de conexión o de funcionamiento en caso de no obtenerse una señal esperada. Al mismo tiempo que la amplitud, también es necesario tener una idea de la frecuencia que tiene la señal a observarse para colocar la escala de tiempo de barrido del amplificador horizontal en un valor que le corresponda, para poder apreciar rápidamente si el sincronismo se halla funcionando como es debido.

Sin embargo de haber descrito la forma básica y común de operación del osciloscopio, en el Capítulo Octavo se mencionó al osciloscopio como el aparato apropiado para las mediciones de anchura de banda, junto con una cámara especial. Esta forma simple de determinar la anchura de banda de una emisión, consiste en conectar las placas verticales de un osciloscopio a la salida del demodulador del receptor. Las placas horizontales no se conectan, con lo cual el haz de electrones se desvía solamente en sentido vertical. Delante de la pantalla se coloca la cámara con película de progresión continua cuya velocidad puede regularse según lo explicado en el Capítulo Octavo. El momento en que se pone a funcionar el sistema, queda grabada en la película la forma de la señal que una vez revelada sirve para deter-

minar el ancho de banda. La forma de hacerlo consiste en observar los picos más angostos, medirlos a un nivel correspondiente a - 3 dB, y por medio de la velocidad con que se hizo funcionar la cámara se calcula la frecuencia que determina el ancho de banda de la emisión; en caso de tener una emisión en banda lateral única, del valor obtenido se debe tomar la mitad.

Una vez determinado el ancho del pico más estrecho, o de los picos más estrechos, el proceso matemático de la determinación del ancho de banda es tan sencillo como sigue:

$$\text{ancho de banda } 2B = \frac{v}{a} \quad (\text{ver anexo 2})$$

v = velocidad del paso de la película

a = ancho del pico más estrecho

Para operar el osciloscopio con la cámara fotográfica de simple impresión (Polaroid), no hacen falta mayores explicaciones pues basta con colocar adecuadamente la cámara frente a la pantalla del osciloscopio y en el momento preciso activar el disparador de la misma.

#### Equipos de Cualidades Operacionales Simplificadas.-

Los aparatos que se han citado en realidad requieren de un cierto detenimiento para llegar a manejarlos en forma apropiada, esto no quiere decir que el resto de equipo no necesita de ninguna instrucción de manejo, sino que en todo caso por ser

aparatos más simples y de actividad más enfocada, no requieren de mayor detalle en la explicación de su manejo. Así tenemos los generadores de señales que están provistos de una escala de frecuencia principal, que abarca todo el rango al cual está destinado el equipo, y otra escala de frecuencia cuyo rango es menor y que sirve para los procesos de modulación tanto en amplitud como en frecuencia, determinados por el selector de modulación.

El discriminador para teleimpresor unicamente tiene que ser conectado a la salida de FI de un receptor, a la vez que posee una salida especial destinada al teleimpresor.

El teleimpresor así mismo una vez que ha tomado la señal del discriminador, funciona de acuerdo a la velocidad de modulación determinada en baudios, para lo cual generalmente poseen un control especial.

El amplificador selectivo como ya se explicó en el Capítulo Octavo, se lo conecta entre el receptor y el analizador-registrador de espectro, para analizar en detalle el grado de ocupación de una banda. Este amplificador selectivo por lo general viene dotado de un selector de anchura de banda que cuenta con dos o más valores, dependiendo de la calidad y de la fabricación.

Las grabadoras, el motor de sintonización de receptores y las cámaras fotográficas no requieren de ninguna explicación de

funcionamiento.

PARTE CUARTA

EQUIPOS ADICIONALES

CAPITULO DECIMO TERCERO

EQUIPOS ADICIONALES

Los puntos que conforman esta última parte han sido reunidos en un sólo Capítulo, no porque tengan una importancia secundaria, sino mas bien porque son equipos que no se sujetan a los análisis realizados en el comienzo acerca de la clase de terreno, condiciones de propagación, en fin de diseño concerniente a una Estación Monitora Fija. Excepción a lo dicho sería única - mente el equipo de radiogoniometría fijo que ya estuvo previsto en la Parte Segunda.

Equipos Móviles de Medición de Campo.-

La medición de campo se basa esencialmente en la determinación de la respuesta de una antena de recepción, al campo electromagnético en el cual se halla sumergida. Esta respuesta es detectada por medio de un receptor conectado a la antena. La respuesta al campo electromagnético debe analizarse en lo que respecta tanto al comportamiento de la antena, como al del campo.

Los elementos para formar un equipo de medición de intensidad de campo son:

- a) Una antena de características conocidas;
- b) Un receptor provisto de un atenuador de variación disconti-

nua que permite regular la sensibilidad;

- c) Un generador para calibrar esta sensibilidad;
- d) Un dispositivo de medida con graduación lineal o logarítmica, según que haya de servir para medir la tensión de entrada del receptor o la intensidad de campo;
- e) Un registrador para DC en el caso de que se quieran grabar los valores de intensidad de campo en diferentes lugares, - ya sea de una forma discreta o de una forma contínua.

Existen dos métodos para medir un campo. El primero, el método de la antena normalizada, hace uso de una antena de la - que se conoce la relación entre la intensidad de campo de una - onda y la tensión que dicho campo induce en la antena. Se de - termina entonces el campo midiendo la tensión inducida y aplicando la relación que se conoce; el resultado representa la intensidad de campo en valor absoluto. El segundo método es el del generador patrón, donde se compara la intensidad de campo desconocida con la de una señal producida por el generador, obteniéndose la intensidad de campo relativa.

Generalmente un equipo de medidas de la intensidad de campo de buena calidad, debería poseer las siguientes propiedades:

- a) Funcionamiento muy estable (deben poderse efectuar mediciones durante un período bastante prolongado, sin calibrados-

- frecuentes);
- b) Buena precisión relativa (las mediciones de un campo de valor constante, efectuadas independientemente por dos operadores deberían dar los mismos resultados);
  - c) Amplia gama de medida (de varios micro voltios por metro a varios voltios por metro);
  - d) Indicación del aparato de medidas proporcional al valor cuadrático medio de campo;
  - e) Su etapa de demodulación debe tener la posibilidad de demodular tanto emisiones de AM como de FM, a fin de poder medir esas emisiones en condiciones normales de explotación;
  - f) Debe ser de fácil montaje y desmontaje para obviar el problema que representa el reducido espacio de una Estación Móvil.

#### Equipos de Radiogoniometría.--

La identificación de una Estación Transmisora desconocida puede verse facilitada si se logra determinar la ubicación del transmisor por medios radiogoniómetros. Para determinar con precisión su emplazamiento, es necesario que varias Estaciones Radiogoniométricas convenientemente situadas obtengan marcaciones. En teoría se obtiene una "posición" por medio de tres Es-

taciones de Radiogoniometría que trabajen coordinadamente; este punto es importante para la determinación del número de vehículos. La posibilidad de obtener marcaciones en una Estación de Comprobación Técnica da a un operador experimentado informaciones útiles, y por lo tanto, un mayor grado de confianza en la identificación de un transmisor determinado.

En el caso de que se construyera una sola Estación Monitora Fija en todo el País, serían necesarias por lo menos dos Estaciones Móviles que sirvan para trabajar simultáneamente con el radiogoniómetro fijo de largo alcance de la Estación.

a) Radiogoniómetro Fijo.-

Según la precisión referida y las condiciones locales, el equipo de radiogoniometría fijo será más o menos complejo. En el Capítulo Séptimo se citó el Sistema Adcock como el más apropiado para una Estación Monitora en nuestro medio. En realidad para ondas largas, medias y cortas, es el Sistema más adecuado, porque el mismo es inmune a los errores radiogoniométricos debidos a la polarización de la onda ionosférica. Además se citó también la conveniencia de usar el Sistema Adcock con 8 elementos debido a que practicamente no introduce ningún error de desviación, y también porque en el futuro habría la posibilidad de instalar el Sistema Visual Directo.

Para la instalación del Sistema Adcock se necesitan 8 elementos (antenas unipolares puestas a tierra) ubicadas en los -

vértices de un octógono, uno de los cuales debe estar perfectamente dirigido hacia el norte magnético. Además se necesita un radiogoniómetro que tenga las mejores características de sensibilidad; y, por último una caseta de construcción liviana, situada en el centro del Sistema para la colocación del radiogoniómetro, con un espacio suficiente para cualquier aparato adicional y para que un operador pueda desempeñarse libremente. Este Sistema tiene un alcance aproximado de 650 Km., que cubre más allá del Territorio Nacional.

Con posterioridad sería conveniente que se instale el Sistema Visual Directo, que consiste en conectar las antenas del radiogoniómetro en pares de dos en dos, dando como resultado cuatro terminales que van conectados a los amplificadores de dos placas deflectoras de un tubo catódico, provisto de una pantalla y que previamente han pasado por un sintonizador muy preciso. La periferia de la pantalla tiene una escala en grados colocada de acuerdo a la respectiva ubicación de las antenas y su conexión con las placas deflectoras. Una vez que se ha sintonizado correctamente a una Estación que transmite de un lugar desconocido, se activa un dispositivo que por una fracción de segundo activa las placas deflectoras, produciéndose un trazo en la pantalla que indica la orientación de dicho transmisor. La ventaja en este Sistema está en la rapidez con que se puede determinar el emplazamiento de un transmisor interferente que no puede identificarse por otros medios, la determinación del lugar donde se halle situado un transmisor, o en general la determinación del emplazamiento de una fuente de perturbaciones

radioeléctricas que dificulte la recepción, como son un aparato eléctrico defectuoso, una línea de alta tensión, un aislador -- que ocasione molestias, etc.

b) Equipos de Radiogoniometría Móvil.-

Como se puede apreciar, con el equipo de radiogoniometría fijo; no se puede completar la determinación exacta de una Estación desconocida o de un foco de interferencia; en general es necesario además conocer la distancia a la que se halla. Para conseguir esto se usa el método más generalizado cual es el de triangulación, para lo cual son necesarios otros dos datos de orientación tomados de diferentes lugares. Aquí es justamente cuando se necesita de por lo menos dos Estaciones Móviles de Radiogoniometría que puedan desplazarse con rapidez hacia lugares predeterminados según el caso lo requiera, para conjuntamente con la Estación Monitora Fija poder localizar en forma eficaz cualquier foco de señales radioeléctricas de ubicación desconocida. El equipo necesario para cada una de estas Estaciones Móviles consta de :

- a) Una antena de cuadro giratoria con dispositivos apropiados para instalarla en el techo de la cabina de un vehículo;
- b) Un radiogoniómetro de sólida construcción, provisto con soportes de amortiguamiento que eviten su deterioro con las vibraciones; y,

- c) Un pequeño transmisor provisto de una antena giratoria de buena directividad para poder comunicarse con la Estación Monitora Fija rápidamente, e intercambiar datos siendo en muchos casos el único medio de localización efectivo (cuando el transmisor desconocido también es móvil).

Vehículos.-

Con lo dicho anteriormente es claro que una Estación Monitora en este caso, debe tener por lo menos dos vehículos que específicamente para las condiciones de nuestro País; deben tener las siguientes características:

- a) Deben ser vehículos de doble transmisión y si es posible -- con polea delantera;
- b) Deben ser vehículos de carrocería elevada;
- c) La capacidad de carga útil debe ser de por lo menos 1 1/2 toneladas;
- d) Debe tener un espacio suficiente para llevar un tanque de gasolina de emergencia, un tanque de agua potable, una pequeña planta eléctrica con motor de gasolina acústicamente aislada, el radiogoniómetro, un frecuencímetro, el transmisor y dos operadores como mínimo.

Planta Eléctrica de Emergencia.-

Debido a que una Estación de Control Técnico de las Emisiones no debe interrumpirse en sus labores si es posible ni un solo instante, es necesario contar con una planta eléctrica de emergencia que pueda suplir la energía eléctrica proveniente de una red de servicio público y lo que es más, la planta eléctrica debe ser de accionamiento automático; esto es que inmediatamente se interrumpa la energía eléctrica de la red se active el motor de la planta eléctrica por medio de un arranque automático triple.

La potencia que debe tener la planta eléctrica de emergencia se puede calcular en base a la Fig. 10 correspondiente al diseño del edificio y al Cuadro C correspondiente al número de equipos que debe tener la Estación, tomando el caso peor (por la noche, con un equipo a tubo y con un 80% del mismo en funcionamiento) de la siguiente manera:

Unas 14 lámparas de iluminación de aproximadamente 100 Watt. cada una .....	1.400 Watt.
5 receptores de unos 200 Watt. cada uno; --	
5 x 200 x 0,8 .....	800 "
1 transmisor de aproximadamente 800 Watt. ....	640 "
1 radiogoniómetro de 200 Watt. ....	160 "
	<hr/>
	3.000 Watt.
	pasan .....

vienen .....	3.000 Watt.
3 frecuencímetros de aproximadamente 50 Watt.	
cada uno; 3 x 50 x 0,8 .....	120 "
1 osciloscopio aproximadamente 250 x 0,8 Watt..	200 "
1 registrador de espectro, más o menos de --	
150 x 0,8 Watt. ....	120 "
1 amplificador selectivo y 2 generadores de -	
señal; 3 x 60 x 0,8 .....	144 "
1 discriminador para teleimpresor y 2 graba -	
doras de aproximadamente 100 Watt. cada equi-	
po; 100 x 3 x 0,8 .....	240 "
1 teleimpresor; 120 x 0,8 Watt. ....	96 "
1 motor para sintonía; 20 x 0,8 .....	16 "
Equipo de laboratorio, más o menos .....	400 "
Total ...	<u>4.336 Watt.</u>

Por cualquier eventualidad es indispensable fijar un co--  
eficiente de seguridad de 1,5, con lo cual se tiene que la po--  
tencia necesaria para una planta eléctrica de emergencia para -

la Estación Monitora debe ser de 6,5 Kilowattios o lo que es mejor, de 7 KVA.

En el caso de usarse equipo transistorizado la potencia de consumo se reducirá considerablemente, lo cual daría motivo para una nueva evaluación de la potencia necesaria.

Tablero de Conmutación de Energía Eléctrica.-

De la toma del Transformador de Poder, los cables de energía eléctrica deben ir a un tablero compuesto por conmutadores controlados con Relais, para el cambio automático de la energía eléctrica de servicio público a las tomas provenientes de la planta eléctrica de emergencia, en caso de que se interrumpa la energía de la red externa.

Este tablero de conmutación debe tener además un sistema de disyuntores, como protección contra una eventual sobrecarga, de tal forma que no se produzcan daños de cuantía en las conexiones internas de la Estación Monitora.

CONCLUSIONES

En el Plan de Desarrollo de las Telecomunicaciones para el Ecuador, se contemplan cuatro puntos, de los cuales el último debe tener como instrumento para su ejecución por lo menos una Estación Monitora. Dichos puntos son:

- a) Distribución del espectro;
- b) Normalización de las Instalaciones Radioeléctricas;
- c) Conformación de un Reglamento de Radiodifusión Nacional; y,
- d) Control de las Emisiones Radioeléctricas.

En el presente trabajo se puede apreciar que la tarea de conformar una Estación Monitora es ardua y compleja; primero -- considerando la cantidad de estudios preliminares que deben hacerse para determinar su ubicación y luego la construcción en -- sí misma.

Sin embargo de que se han expuesto en esta Tesis, todos -- los pasos importantes que deben darse para la construcción to -- tal de una Estación de Comprobación Técnica de las Emisiones, -- los ingenieros encargados de tal empresa seguramente van a en-- contrar problemas secundarios sujetos a múltiples condiciones, -- que entre otras pueden ser:

- Condiciones de índole laboral que limitan los lugares aptos para una Estación a aquellos que se encuentran cerca de los centros urbanos importantes;
- Condiciones de tipo económico-comercial vinculadas: especialmente con las licitaciones de equipos;
- Condiciones de tipo económico-técnico que también se hallan vinculadas a la adquisición de equipos; etc.

Algunos de estos problemas secundarios es posible que sean muy complicados, razón por la cual se requiere que los ingenieros de Control de Emisiones se hallen bien preparados. Con este requisito y siguiendo cuidadosamente los pasos y recomendaciones indicados en este Trabajo, se puede construir sin mayores tropiezos la primera Estación Monitora para nuestro País.

A N E X O S

ANEXO 1

El valor del ángulo  $\theta$  de mayor radiación se encuentra a -  
partir de la ecuación

$$E_{e \text{ rad}} = \frac{30 \operatorname{Im} \operatorname{sen} \theta}{r_0 (1 - \cos \theta)} \left[ 2 - 2 \cos \beta L (1 - \cos \theta) \right]^{\frac{1}{2}}$$

derivándola e igualando a cero.

$$E_{e'} = \frac{30 \operatorname{Im}}{r_0} \left\{ (1 - \cos \theta) \left[ \operatorname{sen} \theta \times \frac{1}{2} \left[ 2 - 2 \cos \beta L (1 - \cos \theta) \right]^{\frac{1}{2}} \times 2 \operatorname{sen} \beta L (1 - \cos \theta) \right] \right. \\ \left. + \frac{(1 - \cos \theta) \cos \theta \left[ 2 - 2 \cos \beta L (1 - \cos \theta) \right]^{\frac{1}{2}} - \operatorname{sen} \theta \left[ 2 - 2 \cos \beta L (1 - \cos \theta) \right]^{\frac{1}{2}} \operatorname{sen} \theta}{(1 - \cos \theta)^2} \right\} = 0$$

$$\Rightarrow (1 - \cos \theta) \left\{ \operatorname{sen}^2 \theta \times \beta L \times \operatorname{sen} \beta L (1 - \cos \theta) + \cos \theta \left[ 2 - 2 \cos \beta L (1 - \cos \theta) \right] \right\} + \\ - \operatorname{sen}^2 \theta \left[ 2 - 2 \cos \beta L (1 - \cos \theta) \right] = 0$$

$$\beta L (1 - \cos \theta) = \alpha$$

$$\Rightarrow \beta L \operatorname{sen}^2 \theta \operatorname{sen} \alpha + \cos \theta (2 - 2 \cos \alpha) - \beta L \operatorname{sen}^2 \theta \cos \theta \operatorname{sen} \alpha - (2 - 2 \cos \alpha) = 0$$

$$0 = \beta L \operatorname{sen}^2 \theta \operatorname{sen} \alpha (1 - \cos \theta) - (2 - 2 \cos \alpha) (1 - \cos \theta)$$

$$0 = \beta L \operatorname{sen}^2 \theta \operatorname{sen} \alpha - 2 + 2 \cos \alpha$$

$$2 \sqrt{1 - \operatorname{sen}^2 \alpha} = 2 - \beta L \operatorname{sen}^2 \theta \operatorname{sen} \alpha$$

$$\Leftrightarrow \operatorname{sen}^2 \alpha (4 + \beta L^2 \operatorname{sen}^4 \theta) - \operatorname{sen} \alpha (4 \beta L \operatorname{sen}^2 \theta) = 0$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \lambda = \frac{3 \times 10^8}{60} \text{ m} = 5 \times 10^6 \text{ m} \quad \wedge \quad \beta = \frac{2\pi}{\lambda} \\ \beta L = \frac{2\pi \times 20 \times 10^3}{5 \times 10^6} = 25,15 \times 10^{-3} \\ \Rightarrow \beta L^2 \text{ sen}^4 \theta \lll 4 \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow \text{sen } \alpha - \beta L \text{ sen}^2 \theta = 0$$

$$\Leftrightarrow \text{sen } \alpha = \beta L \text{ sen}^2 \theta \quad \Rightarrow \alpha \simeq \beta L \text{ sen}^2 \theta$$

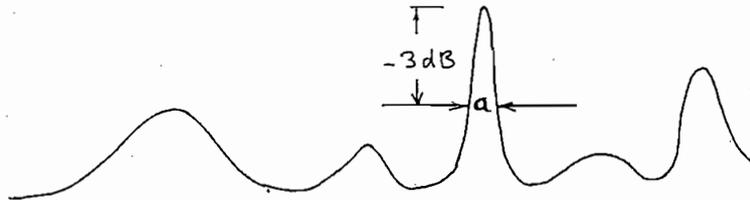
$$\begin{array}{l} \Rightarrow \beta L (1 - \cos \theta) = \beta L \text{ sen}^2 \theta \\ \uparrow \\ \alpha = \beta L (1 - \cos \theta) \end{array}$$

$$\Leftrightarrow 1 - \cos \theta = (1 - \cos \theta) (1 + \cos \theta)$$

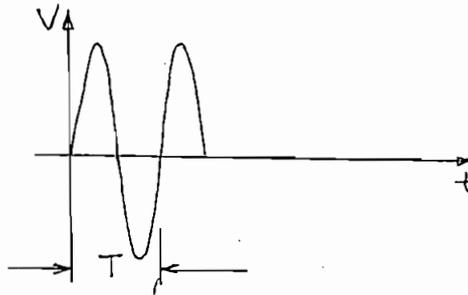
$$\Rightarrow \cos \theta = 0 \quad \wedge \quad \theta = \frac{\pi}{2}$$

A N E X O 2

Supongamos que en una medición de anchura de banda se ha obtenido la impresión fotográfica correspondiente a una señal transmitida, de la siguiente forma:



Haciendo la consideración de que el pico de ancho "a" es el más estrecho de toda la impresión, podemos asumir como si fuera un semi-ciclo de la señal sinusoidal indicada:



De tal forma que:

$$T = \frac{2a}{v}$$

$$f = \frac{1}{T}$$

$f = \frac{v}{2a}$  como a es el menor valor, f en este caso es la frecuencia más alta, o sea "B"

$$B = \frac{v}{2a} \implies 2B = \frac{v}{a}$$

REFERENCIAS

- 1.- Steinberg & Lequeux - Radio Astronomía - Mc Graw - Hill - Nueva York - 1.963 - Pág. 126
- 2.- Jordan Edward C. - Ondas Electromagnéticas y Sistemas Radiantes - Englewood Cliffs N.J. - 1.950 - Pág. 339
- 3.- Hertz Karl & Hans Griem - El Ingeniero de Telecomunicaciones - Volumen 10 - Págs. 1 a 8 - 1.961
- 4.- CCIR - Documentos de la XI Asamblea Plenaria de Oslo - Volumen III - Pág. 399 - 1.967
- 5.- Rohde & Schwarz - Equipo de Comunicaciones - Revista Anual 1.968/1.969 - Págs. 16 - 17 - 160 y 161 - 1.970
- 6.- Shakespeare Wonden Shaft Fiberglass Communication Antennas - Formatos A202 - A222 y A229 - Newberry - 1.970
- 7.- Hy-Gain Electronics - Catálogo E - Págs. 7 y 10 - Lincoln Neb. - 1.969
- 8.- Barfield R.H. - Métodos Estáticos de Trazo para Localización de Señales de Radio - Parte III - Pág. 94 - Londres - -- 1.947

B I B L I O G R A F I A

- a) Kerr Donald E. - Propagación de Ondas Cortas de Radio - Mc Graw-Hill - Nueva York - 1.951
- b) Kraus J.D. - Antenas - Mc Graw-Hill - Nueva York - 1.950
- c) Rohde & Schwarz - Noticias de Rohde & Schwarz - No. 27 - Volumen 7 - 1.967
- d) Keen R. - Localización de Emisiones Inalámbricas - 4ta. Edición - Londres - 1.947
- e) Rohde & Schwarz - Equipo de Comunicaciones - Revista Anual 1.968/1.969 - 1.970
- f) IEEE Transactions - Técnicas de Calibración de Ancho de Banda en la N.B.S. - Vol. EMC - 7 - Págs. 163 a 169 - Junio -- 1.965.