

75
2es.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**Guía de Operación de las Unidades
Móviles de Radiomonitordeo de
la S. C. T.**

**TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A:
DANIEL CONSTANTINO GONZALEZ JACOME**

ASESOR: ING. FLORENCIO HERNANDEZ GALICIA

CO-ASESOR M. I. FEDERICO DAMIAN VARGAS SANDOVAL



Ciudad Universitaria

1998

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

260016



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y ENSEÑANZA

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y ENSEÑANZA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y ENSEÑANZA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y ENSEÑANZA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y ENSEÑANZA



DEDICATORIA:

A quienes lo hicieron posible:

Ofelia Jácome y Constantino González

AGRADECIMIENTOS:

A la UNAM, por las oportunidades de desarrollo que me ha concedido.

A mis padres, por ser mi apoyo incondicional durante tantos años, y por ser fuente permanente de motivación para seguir adelante.

A mis hermanos, por su ayuda y ejemplo.

A todos mis amigos y compañeros de la facultad de ingeniería.

Al Ingeniero Federico Vargas Sandoval, por su disposición y paciencia en la revisión de esta tesis.

A todo el personal de la Estación Radiomonitora México y del Departamento de Control de Emisiones, por todas las experiencias compartidas a lo largo de dos años y medio de labores.

Al Director de Proyectos Especiales de Telecomunicaciones, Ingeniero Héctor Pérez Castillo y al Subdirector de Radiopropagación, Ingeniero Arturo Sánchez Vázquez de la Dirección General de Administración del Espectro, por su trato y consideraciones hacia mi persona mientras laboré bajo su dirección.

Al Sr. Rogelio Maldonado, por ser un gran amigo y compañero de trabajo.

De manera muy especial, al Ingeniero Florencio Henández Galicia por su amistad y su apoyo decisivo, sin el cual no hubiese sido posible la realización de la presente tesis.

**UNIDADES MÓVILES DE RADIOMONITOREO
GUÍA DE OPERACIÓN**

ÍNDICE

GLOSARIO DE ABREVIATURAS Y TÉRMINOS TÉCNICOS	6
1.- INTRODUCCIÓN	
1.1 PRESENTACIÓN	11
1.2 OBJETIVO	11
1.3 CONTENIDO DE LA TESIS	12
1.4 EL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO	13
1.4.1 Importancia	13
1.4.2 Organización	14
2.- LA RED NACIONAL DE ESTACIONES DE RADIOMONITOREO	
2.1 EVOLUCIÓN DEL RADIOMONITOREO	18
2.2 FINALIDAD DE LA RED NAL. DE ESTACIONES DE RADIOMONITOREO	20
2.3 DESCRIPCIÓN DE LA RED INSTALADA EN MÉXICO	21
2.3.1 Descripción general	21
2.3.2 Tipos de estaciones	22
2.3.3 localización	24
3.- UNIDADES MÓVILES DE RADIOMONITOREO	
3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES	31
3.2 FINALIDAD Y CAMPO DE ACTIVIDAD DE LAS UNIDADES MÓVILES DE RADIOMONITOREO	33
3.3 EQUIPO REQUERIDO	
3.3.1 Receptores	36
3.3.2 Antenas	37
3.3.3 Soportes para antenas	38
3.3.4 Fuentes de energía	39
3.3.5 Equipo para medir frecuencias	41
3.3.6 Equipo para medir intensidad de campo	41
3.3.7 Equipo para medir ancho de banda	42
3.3.8 Equipo para registro de ocupación del espectro	43
3.3.9 Equipo de radiogoniometría	43

3.4	LAS UNIDADES MÓVILES DE RADIOMONITOREO DE LA SCT	45
3.4.1	Características	45
3.4.2	Descripción general del equipo instalado	47
3.4.2.1	Subsistema de computadora	47
3.4.2.2	Subsistema de monitoreo y medición	48
3.4.2.3	Subsistema de radiogoniometría VHF	49
3.4.2.4	Subsistema de radiogoniometría HF	51
3.4.2.5	Subsistema de comunicaciones (radio VHF)	51
3.4.2.6	Subsistema de antenas	52
3.4.2.7	Subsistema de alimentación	55
3.4.2.8	Vehículo	55
	Diagramas de unidad móvil:	
	Vista lateral	56
	Vista posterior	57
	Corte transversal	58
	Vista de planta	59
	Diagrama de interconexión	60
3.5	DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE OPERACIÓN	
3.5.1	Generalidades	62
3.5.2	Icono FRECUENCIAS	65
3.5.3	Icono MISIONES	65
3.5.4	Icono VIGILANCIA	66
3.5.5	Icono SUPERVISION	67
3.5.6	Icono OCUPACION	67
3.5.7	Icono ADMINISTRACION	68
3.5.8	Icono REPORTES	71
3.5.8	Icono CORREO ELECTRÓNICO	71

4.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE OPERACIÓN DE LAS UNIDADES MÓVILES DE RADIOMONITOREO TIPO D0

4.1	INTRODUCCIÓN	72
4.2	RADIOGONIOMETRÍA	79
4.3	OPERACIÓN GENERAL DE LA UNIDAD MÓVIL D0	72
4.4	DESPLIEGUE Y EMPLAZAMIENTO DE LA UNIDAD MÓVIL	75
4.5	OPCIONES DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE LAS UNIDADES MÓVILES	76
4.6	PROCEDIMIENTO DE ESCUCHA	78
4.7	MEDICIÓN DE PARÁMETROS	78

4.7.1	Medición de frecuencia	78
4.7.2	Medición de ancho de banda	78
4.7.3	Medición de intensidad de campo magnético	78
4.7.4	Medición de ocupación del espectro	78
4.7.5	Medición de ruido	78
4.7.6	Mediciones de profundidad/porcentaje de	79
4.7.7	Medición de parámetros de televisión	79
4.8	EMISIONES NO ESENCIALES	80
4.9	REPORTES	80
5.- SUGERENCIAS PARA UNIDADES MÓVILES DE RADIOMONITOREO		
5.1	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS UNIDADES MOVILES D0 .	81
5.1.1	Ventajas	81
5.1.2	Desventajas	82
5.2	SUGERENCIAS	82
CONCLUSIONES		85

Apéndice 1

PROCEDIMIENTOS PROPUESTOS DE OPERACIÓN

A1-1	PROCEDIMIENTOS DE DESPLIEGUE Y EMPLAZAMIENTO DE LA UNIDAD MÓVIL	87
A1-1.1	Lista de verificación previa.....	87
A1-1.2	Punto de despliegue	88
A1-1.3	Almacenamiento de las antenas de monitoreo.....	89
A1-1.4	Instalación de las antenas de monitoreo	90
A1-2	PROCEDIMIENTOS DE ARRANQUE DEL SISTEMA	97
	DE ALIMENTACIÓN	
A1-2.1	Procedimiento de conexión a la red pública de 120V	97
A1-2.2	Procedimiento de arranque con grupo motor-generator ...	98
A1-2.3	Procedimiento de arranque con el convertidor CC/C.....	99
A1-3	RADIOGONIOMETRÍA	100
A1-3.1	Generalidades.....	100
A1-3.2	Principios de operación.....	102

A1-3.3	Sistemas Instalados en la estación.....	102
A1-3.4	Radiogoniometría usando antena direccional.....	104
A1-3.5	Radiogoniometría usando el sistema RG HF.....	106
A1-3.6	Radiogoniometría usando el sistema RG V/UHF	107
A1-3.7	Programa de mapas	109
A1-4	PROCEDIMIENTO DE ESCUCHA	110
A1-5	PROCEDIMIENTOS DE MEDICIÓN	112
A1-5.1	Medición de frecuencia	112
A1-5.2	Medición de ancho de banda	114
A1-5.3	Medición de intensidad de campo	116
A1-5.4	Medición de la ocupación del espectro	123
A1-5.5	Medición de ruido	125
A1-5.6	Profundidad de modulación en AM	125
A1-5.7	Porcentaje de modulación en FM	128
A1-5.8	Medición de parámetros de TV	129
A1-5.8.1	La señal de televisión	129
A1-5.8.2	Medición de parámetros	132
A1-6	EMISIONES NO ESENCIALES	135
A1-4.6.1	Emisiones armónicas	135
A1-4.6.2	Productos de intermodulación	136
A1-7	REPORTES	139

Apéndice 2

<u>TABLAS DE TOLERANCIAS</u> 142
-------------------------------------	-----------

Glosario

De abreviaturas y términos técnicos

Abreviaturas:

- AM** Abreviatura de la modulación en amplitud
- CCIR** Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicación. Este órgano, constituye la parte técnica de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y tiene como función el desarrollar la reglamentación y las recomendaciones técnicas que han de ser observadas por los países miembros de la UIT y que son publicadas en el reglamento de la UIT.
- COFETEL** Comisión Federal de Telecomunicaciones. Esta es la institución en México encargada de todos los asuntos relacionados con la asignación y el uso de frecuencias radioeléctricas.
- CW** Abreviatura para la modulación de Onda Continua (Continuous Wave)
- DF** Localización de Dirección (Direction Finding). Esta abreviatura se utiliza para designar a los equipos y funciones del programa de operación que determinan la dirección de llegada de una señal (DOA). Frecuentemente es usada de manera similar a la palabra radiogoniometría
- DOA** Dirección de arribo (Direction Of Arrival). El valor del DOA es el ángulo de llegada de la señal cuya frecuencia es de interés, con respecto al norte o a alguna referencia establecida. En el programa de operación del sistema instalado en las estaciones de la RNR, este valor es usado con fines de radiogoniometría y para el posicionamiento de la antena logarítmica periódica direccional. Este valor junto con las coordenadas de la estación obtenida mediante el sistema GPS constituyen lo que se denomina una "marcación".
- ECTE** Estación de Comprobación Técnica de las Emisiones. Este es el nombre con que el CCIR denomina a las estaciones encargadas de verificar la operación de los usuarios del espectro electromagnético. En México, estas estaciones son conocidas como estaciones "radiomonitoras" o, estaciones de radiomonitorreo.
- EHF** Abreviatura para la banda de frecuencias de 30 GHz a 300 GHz (Extremely High Frecuencias).
- FIX** Esta es una opción del programa de operación que se encuentra disponible

en varias de las estaciones radiomonitoras de México, que permite el trazado de marcaciones obtenidas por varias estaciones sobre un mapa digitalizado, con el fin de determinar la localización de un transmisor.

FM	Abreviatura para la modulación en frecuencia.
GIS	Sistema de Información Geográfica. Es una parte del programa de operación de ciertas estaciones móviles que permite el uso de mapas digitalizados para su uso con las funciones FIX y GPS
GPS	Sistema de Posicionamiento Global (Global Positionment System). Este es un sistema desarrollado por la Armada de los Estados Unidos, el cual, por medio de satélites puede determinar las coordenadas de los equipos de posicionamiento en la superficie terrestre. Actualmente, este servicio se encuentra disponible comercialmente. El equipo de posicionamiento instalado en algunas estaciones de la Red Nacional de Radiomonitoring en México consiste en una antena, un receptor y una tarjeta de PC. Por medio de este sistema se determinan las coordenadas de la estación radiomonitora y las coordenadas de la localización de algún emisor determinado en los mapas digitalizados del sistema GIS, por medio de la función FIX.
HF	Abreviatura para la banda de frecuencias altas, de 3 MHz a 30 MHz (High Frecuencias)
IFRB	Junta Internacional de Registro de Frecuencias (International Frequency Register Board). Organismo de la UIT, encargado de mantener un registro actualizado de las asignaciones de frecuencias en el ámbito mundial.
ITU-R	Abreviatura usada para designar al reglamento de la Unión Internacional de Telecomunicaciones.
LF	Abreviatura para la banda de frecuencias bajas, de 30 kHz a 300 kHz (Low Frecuencias)
LPDF	Función incorporada del programa de operación instalado en las estaciones de la RNR que permiten la localización de ángulos de arribo de señales que permiten, el posicionamiento de la antena logarítmica periódica para una mejor recepción de las señales de T.V. o de señales con polarización horizontal.
LPH	Abreviatura para la antena logarítmica periódica horizontal
LPV	Abreviatura para la antena logarítmica periódica vertical
LSB	Abreviatura para la modulación por banda lateral superior

MF	Abreviatura para la banda de frecuencias Medias, de 300 kHz a 3MHz (Medium Frecuencias)
RECTE	Red de Estaciones de Comprobación Técnica de las emisiones. Este es el nombre con que el CCIR denomina al grupo de estaciones de cada país encargadas de verificar la operación de los usuarios del espectro radioeléctrico. La Red de Estaciones de Comprobación Técnica en México se llama Red Nacional de Radiomonitorio.
RNR	Red Nacional de Radiomonitorio. Nombre de la Red de Estaciones de Comprobación Técnica de México.
RG	Abreviatura utilizada para designar a los equipos o sistemas diseñados específicamente para la determinación de los ángulos de llegada de las señales, con el fin de determinar la ubicación de un transmisor. Se utiliza de manera similar a la abreviatura DF
SCT	Secretaria de Comunicaciones y Transportes
SHF	Abreviatura para la banda de super altas frecuencias, de 3 GHz a 30 GHz (Super High Frecuencias)
UAF	Modelo del analizador de video instalado en las unidades móviles
UER	Unión Europea de Radiocomunicación
UHF	Abreviatura para la banda de frecuencias ultra altas de 300 MHz a 3 GHz (Ultra High Frecuencias)
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones. En Inglés. las siglas son ITU
VHF	Abreviatura para la banda de frecuencias muy altas, de 30 MHz a 300 MHz (Very High Frecuencias)
VITS	Prueba de Inserción Vertical. Señal transmitida con junto con la señal de video para verificar la calidad del video transmitido.
VLF	Abreviatura para la banda de muy bajas frecuencias de 3kHz a 30 kHz (Very Low Frecuencias)

Términos técnicos:

Comprobación Técnica de las Emisiones

La comprobación técnica de las emisiones es la acción de verificar de manera permanente que los usuarios del espectro electromagnético cumplan con las normas de operación establecidas.

Emisiones no esenciales

Las emisiones no esenciales son señales producidas por una estación en una o en varias frecuencias fuera del ancho de banda autorizado y cuyo nivel puede reducirse o eliminarse sin influir de manera significativa en la transmisión de la información correspondiente.

Espectro Electromagnético

Es el rango total de frecuencias electromagnéticas.

Espectro Radioeléctrico

Es el rango de frecuencias del espectro electromagnético susceptible de ser utilizado en servicios de telecomunicaciones.

Estación de Comprobación Técnica de las Emisiones

Es una estación encargada de verificar de manera permanente que las emisiones cumplen con las normas de operación establecidas. Este término, definido por el CCIR, es sustituido en México por el de “Estación Radiomonitora” o “Estación de Radiomonitoro”

Estación Móvil de Comprobación Técnica de las Emisiones

Es una estación de comprobación Técnica de las Emisiones, montada sobre el chasis de un vehículo automotor para su desplazamiento a lugares fuera de la cobertura de las estaciones fijas. En México estas estaciones son llamadas “Unidades Móviles de Radiomonitoro”

Estación Radiomonitora

Nombre que se les da en México a las estaciones de Comprobación Técnica de las Emisiones.

Goniómetro

Término para designar a los dispositivos para medición de ángulos. Cuando se trata de medir ángulos de llegada de señales electromagnéticas se utiliza específicamente el término “Radiogoniómetro”

Intermodulación

Distorsión que consiste en la producción de frecuencias en un circuito eléctrico, correspondientes a las sumas y diferencias de las componentes armónicas de dos o más frecuencias de las ondas fundamentales aplicadas a la entrada del circuito.

Marcación

Una marcación es el conjunto de datos que comprende el ángulo de llegada de una señal y las coordenadas donde se obtuvo este ángulo para su posterior trazo sobre un mapa.

Radiogoniometría

Técnica de localización de transmisores, por medio de la determinación de marcaciones (ángulos de recepción de señales) desde distintas posiciones.

Radiogoniómetro

Dispositivo de medición de ángulos de llegada de señales electromagnéticas

Radiomonitorio

Nombre que se le da en México a la Comprobación Técnica de las Emisiones

Red de Estaciones de Comprobación Técnica de las Emisiones

Es el conjunto de estaciones de Comprobación Técnica de un determinado país

Red Nacional de Radiomonitorio

Nombre de la Red de Estaciones de Comprobación Técnicas de las Emisiones de México

Squelch

Umbral de sensibilidad de un receptor. Normalmente el nivel de squelch se ajusta a un nivel superior a la intensidad de ruido para evitar que este interfiera con la recepción de la señal y esta se pueda escuchar más claramente. La traducción de este término español es "nivel de acallamiento", pero el uso de este término podría llevar a confusiones ya que casi no se usa, es por esto que en el desarrollo de esta tesis se utilizará el término en inglés

Unidad Móvil de Radiomonitorio

Nombre que se le da en México a las Estaciones Móviles de Comprobación Técnica de las Emisiones.

INTRODUCCIÓN

1.1 Presentación

Ante la creciente importancia que han cobrado los sistemas de telecomunicaciones en nuestros días, surge la necesidad de mantener un estrecho control que permita la convivencia entre los diferentes servicios que comparten el ya ampliamente poblado espectro radioeléctrico. Es por esto que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes a través de la Comisión Federal de Telecomunicaciones, (COFETEL) mantiene en operación una amplia red de estaciones llamadas oficialmente por el CCIR (Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones) como “Estaciones de Comprobación Técnica de las Emisiones” y más conocidas en México como Estaciones “Radiomonitoras” cuya función es observar que los diferentes usuarios del espectro cumplan con las normas de operación establecidas.

Dicha red de estaciones Radiomonitoras, ha evolucionado desde su puesta en operación a finales de los años cuarentas y actualmente es objeto de un amplio programa de modernización en el cual se crearon nuevas estaciones y se renovaron y reequiparon la totalidad de estaciones ya existentes.

Para darle mayor versatilidad, la red ha sido complementada con 11 Estaciones móviles de comprobación técnica (que en México reciben el nombre de Unidades Móviles de Radiomonitorio) las cuales son consideradas como las estaciones más complejas de la red y son el tema de estudio del presente escrito

1.2 Objetivo

Los objetivos de la presente tesis son:

- Proponer los procedimientos que sirvan de base para la operación de las unidades móviles de radiomonitorio de la SCT.
- Poner a disposición del personal de la Secretaría la experiencia adquirida por el personal designado por la SCT que llevó a cabo las pruebas de aceptación de dichas Unidades móviles de Radiomonitorio.
- Proporcionar el material bibliográfico que permita complementar la capacitación del personal que ha de operar las unidades móviles de radiomonitorio enfocándose no sólo a

la operación del equipo, sino a su aplicación en las funciones de radiomonitorio, además de proporcionar los conceptos básicos que permitan un mayor aprovechamiento de dichas estaciones.

- Determinar las ventajas y desventajas de la configuración utilizada en las unidades móviles de la S.C.T. con miras a futuras adquisiciones o modificaciones

1.3 Contenido de la tesis

En el presente capítulo, se tratará el espectro radioeléctrico haciendo hincapié en la importancia del mismo como una fuente de riqueza que debe ser explotada racionalmente mediante una correcta gestión de frecuencias bajo la estricta supervisión de la Red de Estaciones de Radiomonitorio.

Es necesario una explotación racional del espectro radioeléctrico, ya que de alguna manera, el número de canales para asignación de frecuencias no es ilimitado (aunque pudiera parecerlo), debido a las limitaciones técnicas que actualmente no permiten operar de manera rentable fuera de un determinado rango de frecuencias (actualmente las asignaciones de más alta frecuencia en México están alrededor de 23 GHz [3]), además de que la mayor parte de los servicios comerciales de radiodifusión se encuentran en una banda relativamente estrecha localizada en las bandas de HF, VHF y UHF [25], registrándose con frecuencia la saturación en algunos rangos de frecuencias de estas bandas. Es por esto que una correcta gestión del espectro es la única manera de obtener el mayor aprovechamiento de estas bandas al asignar canales específicos de operación, limitar el ancho de banda, la potencia radiada, e incluso, el horario de operación en algunos casos.

En el capítulo dos se reseña la evolución de los sistemas de radiomonitorio, se da una breve descripción de las funciones atribuibles a los Sistemas de Estaciones de Radiomonitorio y se culmina el capítulo con la descripción de la red instalada en México con el objeto de que los operadores conozcan los equipos y las características de las diferentes estaciones que la conforman, y la importancia del trabajo que desempeñan diariamente.

En el capítulo tres se mencionarán las características generales, el equipo necesario y el campo de actividad de las unidades móviles de radiomonitorio según las recomendaciones del Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicación (CCIR) y se describirán las características generales, el vehículo, el equipo instalado y el programa de computadora de las unidades móviles de radiomonitorio que cuenta la Comisión Federal de Telecomunicaciones.

En el capítulo cuarto se describen las variables a medir y se hace una descripción general de la operación de la unidad móvil.

El capítulo quinto tratará sobre las ventajas y desventajas de la configuración usada en las unidades, con miras a establecer criterios para futuras adquisiciones o modificaciones.

Finalmente, se incluirán dos apéndices, uno que contiene los procedimientos propuestos de operación y las consideraciones que deben tomarse en cuenta para la operación de las unidades móviles de radiomonitorio que posee la S.C.T y otro que resume las tolerancias de los diversos parámetros transmisión que deben respetarse.

1.4 El espectro radioeléctrico

1.4.1 Importancia [13]

El espectro radioeléctrico es considerado en nuestros días como una importante fuente de riqueza, debido a la creciente expansión de las telecomunicaciones, el cual debe ser aprovechado de la manera más eficiente posible.

En México, se considera el espectro radioeléctrico como un recurso natural más, el cual es propiedad del estado y sobre él, recae el control del mismo. Este control, como en los demás recursos naturales, tiene su fundamento jurídico en el artículo 27 de la constitución política de los Estados Unidos Mexicanos:

“Corresponde a la Nación el dominio directo de los recursos naturales..... y el espacio aéreo sobre el territorio nacional, en la extensión y términos que fije el derecho internacional”

Las leyes en la materia reglamentaria de dicho artículo constitucional, que facultan al estado, y por ende a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para ejercer este control son entre otras la LEY DE VIAS GENERALES DE COMUNICACIÓN y la LEY FEDERAL DE RADIO Y TELEVISION.

La Dependencia de esta Secretaría, a quien compete directamente planificar y vigilar técnicamente la explotación del espectro radioeléctrico dentro del territorio nacional, es la DIRECCION GENERAL DE ADMINISTRACION DEL ESPECTRO, siendo esta en quien se ha delegado la facultad de explotar el espectro radioeléctrico y regularizar su aprovechamiento por particulares y demás dependencias o empresas oficiales, imponiendo las modalidades que dicte el interés público, así como coordinar con otros países mediante los convenios correspondientes, la citada vigilancia y explotación.

Esta vigilancia y explotación del espectro radioeléctrico la llevan a cabo casi todos los países del mundo, controlando técnicamente las emisiones a nivel nacional e internacional con base en convenios, tratados, normas técnicas aprobadas, disposiciones, etc. elaboradas generalmente por los países miembros de la UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (UIT) y empresas reconocidas, las cuales una vez aprobados por los países miembros signantes del CONVENIO INTERNACIONAL DE

TELECOMUNICACIONES, (que es en el que se funda la existencia de dicha unión), pasan a ser disposiciones de carácter obligatorio una vez plasmados en el reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT, editado por el CCIR (Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicación) que es el órgano constitutivo de la de la UIT.

1.4.2 Organización del espectro radioeléctrico [25]

El espectro radioeléctrico es el rango total de frecuencias de radiación electromagnética. Dicho espectro se subdivide en 8 bandas de frecuencia, de acuerdo con el reglamento de radiocomunicaciones anexo al convenio de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, las cuales se listan a continuación:

4	VLF	Muy bajas frecuencias	3 KHz-30 kHz
5	LF	Bajas frecuencias	30 KHz-300 kHz
6	MF	Frecuencias medias	300KHz-3 MHz
7	HF	Altas frecuencias	3 MHz-30 MHz
8	VHF	Muy altas frecuencias	30 MHz-300MHz
9	UHF	Ultra altas frecuencias	300MHz-3 GHz
10	SHF	Super altas frecuencias	3 GHz-30 GHz
11	EHF	Extremadamente altas frecuencias	30 GHz-300 GHz

Según se ha señalado la Comisión Federal de Telecomunicaciones (COFETEL) de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes asigna las bandas de frecuencias para toda transmisión de radio en México. Es obvio que el gobierno debe reglamentar las comunicaciones de radio pues es fácil imaginar lo que sucedería si cualquier persona pudiera transmitir ondas de radio y hacerlo al nivel de potencia y frecuencia que se le ocurriera. La mayor parte de la información llevada en estas ondas sería incomprensible y por lo tanto inútil debido a la interacción de las mismas y las interferencias. Para evitarlo la COFETEL divide aún más el espectro en varias bandas y las reserva para cierta clase de transmisiones de radio, también regula el uso de frecuencias en una banda cualquiera, para evitar interferencias entre las señales transmitidas dentro de la misma área geográfica. Además de controlar el uso de frecuencias la COFETEL también limita la cantidad de potencia que se puede usar para transmitir diferentes tipos de señales y evitar que estas se extiendan más allá del área prevista para ellas e interfieran con la recepción en otras áreas geográficas.

Las bandas de frecuencias autorizadas más importantes aparecen a continuación [3] :

BANDA	RANGO DE FRECUENCIA			
Banda estándar para radiodifusión en AM (540 a 1600 kHz): se divide en 107 canales, cada uno de los cuales tiene un ancho de canal de 10 kHz	540 kHz	590 kHz		
	550 kHz	600 kHz		
	560 kHz	610 kHz		
	570 kHz y así		
	580 kHz	hasta 1600 kHz		
Banda para radiodifusión comercial FM (88.1 a 108 MHz): se divide en 100 canales , cada uno de los cuales tiene un ancho de canal de 200 kHz	88.1 MHz	88.9 MHz		
	88.3 MHz	90.1 MHz		
	88.5 MHz y así		
	88.7 MHz	hasta 107.9 MHz		
Canales de Televisión: Hay 82 canales. cada uno de los cuales tiene un ancho de canal de 6 MHz . La mayor parte de lo que antes fue el canal 1 actualmente es asignado a radiodifusión	Banda baja de VHF:			
	54-60 MHz (canal 2)			
	60-66 MHz (canal 3)			
	66-72 MHz (canal 4)			
	76-82 MHz (canal 5)			
	82-88 MHz (canal 6)			
	Banda Alta de VHF			
	174 -180 MHz (canal 7)			
	180-186 MHz (canal 8)			
	186-192 MHz (canal 9)			
	192-198 MHz (canal 10)			
	198-204 MHz (canal 11)			
	204-210 MHz (canal 12)			
	210-216 MHz (canal 13)			
	Banda UHF:			
	470-476 MHz (canal 14)			
	476-482 MHz (canal 15)			
y así hasta el canal 83 en 884-890 MHz			
Radionavegación (no aeronáutica)	10-14 kHz	5,250-5650 MHz		
	90-110 kHz	8,500-9.80 MHz		
	1,800-2,000 kHz	y otros		
	2900-3300 MHz			
Radionavegación Aeronáutica	200-285 kHz	960-1,215 MHz		
	325-405 kHz	1,300-1,660 MHz		
	1,605-1800 kHz	2,700-3,300 MHz		
	108-118 MHz	y otros		
	328.6-335.4 MHz			

Comunicaciones aéreas (aire - tierra)	325-405 kHz 2,850-3,155 kHz 3,400-3,500 kHz 6,525-6.765 kHz 23.2-23.5 MHz	118-132 MHz 6,425-6,575 MHz 16,000-18,000MHz y otros
Para uso gubernamental	24.99-25.01 MHz 27.54-28.00 MHz 34-35 MHz 132-144 MHz 148-152 MHz	157.05-57.25 MHz 4,400-5,000 MHz 13,225-16,000 MHz y otros
Banda Civil: existen canales cada 5 kHz	26,175-27500 kHz	
Para transportes terrestres (taxis, ferrocarriles, etc.)	30.64-31.16 MHz 43.68-44.60 MHz 72-76 MHz 452-453 MHz 890-940 MHz	2,110-2,200 MHz 6,425-6875 MHz 11,700-12,700 MHz y otros
Radio aficionados	3,500-4,000 MHz 7,100-7,300 MHz 28-29.7 MHz 50-54 MHz 220-225 MHz	2,300-2,450 MHz 5,650-5,925 MHz 10,000-10,500 MHz y otros
Telefonía celular	824-825 MHz 845-849 MHz 870-894 MHz 925-945 MHz	
Espectro disperso	902-928 MHz 2450-2483.5MHz 5275-5850 MHz	
Banda "Trunking" (Radiolocalización móvil de flotillas)	806-821 MHz 896-901 MHz 935-940 MHz 951-966 MHz	
Banda "Paging" (Radiolocalización móvil de personas)	929-930 MHz 931-932 MHz	

LA RED NACIONAL DE ESTACIONES DE RADIOMONITOREO

2.1 Evolución del radiomonitorio [25].

El radiomonitorio de las emisiones se define como la verificación de los parámetros de operación y el correcto uso de las emisiones de radio para un mejor aprovechamiento del espectro radioeléctrico. El término "radiomonitorio" equivale al término "Comprobación Técnica de las Emisiones" en el ambiente internacional (Unión Internacional de Telecomunicaciones)

Desde la aparición de las radiocomunicaciones se vio la necesidad de reglamentar la utilización del espectro de frecuencias radioeléctricas, que constituye una "riqueza natural al servicio de la humanidad", es por esto que la Unión Internacional de Telecomunicaciones fue creada en 1865 con vistas al mejoramiento y al empleo racional de todos los tipos de telecomunicaciones, que entonces eran el teléfono y el telégrafo. Más adelante se le confiaron, como era natural, las radiocomunicaciones. La gestión del espectro de frecuencias radioeléctricas fue uno de los aspectos en que la UIT atribuyó gran importancia.

En 1903 tuvo lugar en Berlín una conferencia telegráfica internacional preliminar y en 1906 de nuevo en Berlín, 29 países participaron en la primera conferencia internacional de Radiotelegrafía y aprobaron las primeras medidas reglamentarias de la explotación del espectro radioeléctrico.

En 1927 se crea el Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicaciones (CCIR) proporcionando a la UIT el apoyo técnico que le faltaba. El reglamento de Radiocomunicaciones del Comité Consultivo Internacional de Radiocomunicación (CCIR), permite la utilización racional del espectro ya que es respetado por los países miembros (incluyendo México), e implica necesariamente la existencia de medios para verificar convenientemente su aplicación.

En 1947 se llevó a cabo la conferencia de Atlantic City donde se creó la Junta Internacional de Registro de Frecuencias (IFRB) con la misión fundamental de asegurar la utilización ordenada del espectro. Las principales funciones de este nuevo organismo son:

- Inscribir en el registro Internacional de frecuencias las asignaciones hechas en los diferentes países, de forma que queden determinadas, de acuerdo con el procedimiento

establecido en el reglamento a la fecha; la finalidad y las características técnicas de cada una de esas asignaciones con el fin de garantizar su reconocimiento internacional.

- Establecer listas de frecuencias y otros documentos relativos a la asignación y utilización de las frecuencias.
- Recopilar los resultados de las observaciones de comprobación técnica de las emisiones que puedan facilitarle la labor de gestión de frecuencias a las administraciones o a los organismos de comprobación.
- Revisar periódicamente las inscripciones del registro, con el objeto suprimir las frecuencias no utilizadas, de acuerdo con las administraciones que hayan notificado las asignaciones correspondientes.
- Investigar, a solicitud de una o varias administraciones interesadas, los casos de interferencia perjudicial y formular las recomendaciones pertinentes.
- Realizar estudios sobre el empleo de frecuencias y en su caso formular las recomendaciones a las distintas administraciones para que modifiquen sus asignaciones de frecuencias, con miras a la introducción de nuevos servicios de radiodifusión.

La comprobación técnica de las emisiones (radiomonitorio) aparece por primera vez en el artículo 18 del reglamento de Atlantic City en 1947. Este artículo (que tras algunas modificaciones se convirtió en el artículo 20 del reglamento de Ginebra, 1979), instituye un sistema de comprobación técnica internacional de las emisiones, en el que pueden participar, las estaciones de radiomonitorio explotadas por las administraciones de gobierno, las empresas públicas o privadas con reconocimiento y las organizaciones internacionales, para atender necesidades nacionales.

La Cooperación internacional reviste una importancia vital. A este respecto el Reglamento de Radiocomunicaciones estipula entre otras medidas, que las administraciones deben efectuar en la medida que les sea posible, aquellas comprobaciones técnicas internacionales de las emisiones, que les pueda solicitar la Junta Internacional de Registro de Frecuencias u otras administraciones y que deben cooperar en la investigación y eliminación de las interferencias perjudiciales.

En efecto, hace tiempo que las administraciones sienten la necesidad de disponer de un servicio de comprobación de carácter nacional que garantice que las estaciones por ellas explotadas satisfacen las reglamentaciones nacionales e internacionales vigentes, así como de comprobar por medio de un servicio de inspección si las estaciones privadas ajustan sus operaciones a lo estipulado en la licencia que se les ha otorgado. Por su parte la radiodifusión europea se percató rápidamente de la necesidad de contar con un sistema internacional de radiomonitorio como base para la indispensable cooperación en la solución de problemas de interferencia que se plantean. En 1929 se creó en Bruselas la primera estación de comprobación técnica internacional perteneciente a la Unión Europea de Radiodifusión (UER). Poco más tarde los servicios móviles marítimos del Mar del Norte consideraron que sería muy ventajoso un servicio de radiomonitorio de sus emisiones y esto dio lugar a la creación en Bélgica, del “Centro de Comprobación Técnica de las Radiocomunicaciones Móviles”, que también se encargaba de las emisiones aeronáuticas.

Los alentadores resultados obtenidos por éstos dos sistemas de radiomonitorio internacional, los nuevos problemas que planteaba la puesta en vigor de las disposiciones de Atlantic City, la creciente congestión del espectro y las funciones encomendadas al nuevo organismo de la UIT (la IFRB), justificaban la creación de un sistema internacional de radiomonitorio.

Desde entonces, el CCIR y la IFRB encarecen constantemente la necesidad de aumentar el número de estaciones participantes en el sistema de radiomonitorio internacional de las emisiones, desarrollando en consecuencia dos tipos de actividad que responden uno a necesidades nacionales y otro a necesidades internacionales:

- Cooperando con otras estaciones para la resolución de un problema en particular (por ejemplo la identificación de una estación interferente desconocida.
- Facilitando a la IFRB información de orden general sobre la ocupación del espectro, o datos sobre problemas concretos, que la junta necesite para cumplir algunas de sus funciones.

En México surge la red de estaciones de radiomonitorio en el marco de las resoluciones de la conferencia administrativa de Atlantic City (1947), donde decidió crear, para satisfacer una necesidad insoslayable, su Red Nacional de Estaciones de Radiomonitorio, rigiendo básicamente sus actividades por los artículos 12, 13, y 14 del Reglamento de Radiocomunicaciones, así como por las recomendaciones y normas del COMITÉ CONSULTIVO INTERNACIONAL DE RADIOCOMUNICACIONES (C.C.I.R.), órgano constitutivo de la U.I.T

2.2 Finalidad de las redes nacionales de estaciones de radiomonitorio [7]

Las estaciones de comprobación radiomonitorio en todo el mundo tienen por finalidad [7]:

- Vigilar que se respeten las disposiciones reglamentarias que rigen las radiocomunicaciones. A tal fin:
 - 1) Efectúan comprobaciones del uso del espectro radioeléctrico, intervienen ante los posibles infractores nacionales o extranjeros mediante el apoyo técnico al personal de inspección autorizado,
 - 2) Participan en las comprobaciones técnicas pedidas por la IFRB en el marco del reglamento de radiocomunicaciones.
 - 3) Hacen estudios para eliminar defectos de emisiones y responden a las peticiones de los usuarios nacionales o extranjeros para la verificación de la operación de sus sistemas.

- Reunir información sobre el grado de ocupación del espectro radioeléctrico, a fin de identificar bandas de frecuencias disponibles para responder a las necesidades de asignación de nuevas frecuencias, y participar en el sistema Internacional de radiomonitorio.
- Supervisión de emisiones específicas.

Para el desempeño de estas actividades, las estaciones de comprobación técnica efectúan diariamente los trabajos siguientes:

- Vigilancia auditiva y visual (por medio de receptores, registradores, analizadores de espectro, etc.) del comportamiento de los transmisores.
- Identificación de las emisiones (uso, usuario, tipo de modulación, etc.)
- Mediciones de frecuencia
- Mediciones de intensidad de campo
- Observación del grado de ocupación del espectro (mediante registros de tiempo al aire de las estaciones e identificación de frecuencias en uso)
- Mediciones de anchura de banda
- Mediciones de los índices de modulación
- Grabaciones de la ocupación del espectro
- Radiogoniometría
- Eliminación de interferencias perjudiciales
- Comprobación de la zona de cobertura de determinados servicios
- Identificación de estaciones no autorizadas
- Mediciones efectuadas con fines técnicos y científicos
- Participación de los programas de comprobación técnica establecidos por la IFRB

La ampliación del espectro utilizable hacia las frecuencias más elevadas exige una dispersión de las estaciones fijas de comprobación técnica por todo el territorio nacional (ya que la propagación a frecuencias por honda ionosférica es menor al incrementarse la frecuencia) o el empleo de un número importante de estaciones móviles de comprobación que hace que las tareas encomendadas a las estaciones de comprobación técnica estén orientadas hacia las necesidades nacionales, en particular a la gestión de frecuencias y por consiguiente, sean de menor interés para el sistema de radiomonitorio internacional de las emisiones. De todos modos la participación de los sistemas nacionales en el sistema Internacional de radiomonitorio sigue siendo indispensable para poder conocer el grado de ocupación real del espectro radioeléctrico.

2.3 Descripción de la red instalada en México (RNR)

2.3.1 Descripción general [19]

La red de estaciones de radiomonitorio en México recibe el nombre de **Red Nacional de Radiomonitorio (RNR)** y consiste de 53 estaciones fijas de distintos tipos (De acuerdo al equipo instalado y al énfasis en una determinada banda de frecuencias), 11 estaciones móviles (que en México reciben el nombre de unidades móviles de radiomonitorio) y un centro de control el cual está conectado mediante módems o radioenlace con todas las estaciones de la red. El centro de control no realiza monitoreo alguno por si mismo pero en él se pueden implementar misiones de monitoreo y ser enviadas posteriormente a las estaciones elegidas donde se agregarán a la base de datos local de la estación para su implementación. Por supuesto que en las estaciones también pueden implementarse misiones locales. Una vez completada la implementación de misiones puede generarse informes en las estaciones monitoras y los resultados ser devueltos al centro de control para su procesamiento adicional. El centro de control puede también controlar a distancia la operación de algunos tipos de estaciones e incluso un cierto número (todas excepto las C1 y las D0) de estaciones radiomonitoras puede operar sin personal y por lo tanto ser completamente controladas desde el centro de control en su totalidad.

Por medio de una red de área local (LAN), el centro de control está conectado a la Red Nacional de Teleinformática de la S.C.T. la cual contiene toda la información correspondiente a la asignación de frecuencias, usuarios, licencias, condiciones de las licencias y demás información concerniente a la gestión total del espectro de frecuencias.

2.3.2 Tipos de estaciones [4][22]

Las estaciones de radiomonitorio en México se clasifican de la siguiente manera:

Estaciones radiomonitoras "Tipo A"

En esta categoría se colocan aquellas estaciones que pueden considerarse como la base de la red y que cuentan con los mayores recursos humanos y de instalaciones, operan las 24 hrs los 365 días del año.

Son 5 las estaciones de este tipo en el sistema. El énfasis de estas estaciones está centrado en las frecuencias de HF y cada una de estas estaciones incluye un sistema de radiogoniometría en HF. Las diferencias entre los distintos tipos de estaciones se detallan en la tabla 1. La gama de frecuencias de la estación radiomonitora es de 10KHz a 2GHz. Estas estaciones aunque disponen de personal, el operador puede ajustarlas manualmente para el control remoto desde el Centro de Control de la Ciudad de México cuando así lo solicite este último.

Estaciones radiomonitoras "Tipos B1 y B2"

Estas estaciones son para operación únicamente diurna, tienen recursos humanos más reducidos y están enfocadas a áreas más cortas de monitoreo, primordialmente de servicio local y áreas aledañas

Estas estaciones son similares a las del grupo A en cuanto a las tareas que pueden realizar, solo que el énfasis está concentrado en frecuencias VHF. Existen 4 estaciones B1 que tienen la capacidad de controlar a distancia hasta 4 estaciones C1 y 13 estaciones B2 iguales a las B1 solo que no poseen capacidad de radiogoniometría ni de control remoto. La gama de monitoreo de frecuencias es de 10KHz a 2GHz. Las estaciones B1 generalmente disponen de personal pero pueden ser ajustadas manualmente para el control remoto desde el Centro de Control.

Estaciones radiomonitoras "Tipos C1 y C2"

Las estaciones C1 son estaciones remotas sin capacidad de medición de parámetros, mientras que la estación C2 tiene un subsistema de medición. El énfasis de las estaciones C2 está centrado en las frecuencias VHF. Con la gama de frecuencias de monitoreo de 10KHz a 2GHz mientras que las estaciones C1 no tienen capacidad monitora alguna. La principal tarea de la estación C1 es la de radiogoniometría VHF y Ocupación del espectro. En el sistema existen 11 estaciones C1 y 20 estaciones tipo C2. Las estaciones C1 y C3 son solamente estaciones remotas controladas por estaciones tipo B1 mientras que las estaciones C2 pueden o no disponer de personal indistintamente. Si no disponen de personal son controladas desde el centro de control.

Unidad Móvil de Radiomonitoring "Tipo D0"

Esta es una estación radiomonitora móvil, cuyo énfasis está centrado en las frecuencias HF, VHF, y UHF y cuenta con equipo móvil de radiogoniometría en dichas bandas de frecuencias, también es el único grupo de estaciones que cuenta con receptor de TV y analizador de video.

Centro de Control (CC)

El Centro de Control es considerado como una estación única, que no posee capacidad radiomonitora alguna, pero es donde está situada la base de datos del sistema. El Centro de control está conectado mediante módems con las demás estaciones radiomonitoras para permitir el envío de misiones a realizar, y recibir los resultados de todas las misiones tanto iniciadas por el CC mismo como localmente en las propias estaciones. El CC puede también controlar a distancia las estaciones de los grupos A, B, y C2 si dichas estaciones estuviesen conmutadas en modo remoto.

EQUIPO	ESTACION	A	B1	B2	C1	C2	D	CC
Enfasis en frecuencia		HF	VHF	VHF	VHF	VHF	VHF	----
Capacidad de monitoreo		LF-UHF	LF-UHF	LF-UHF	LF-UHF	LF-UHF	LF-UHF	----
Sistema de radiogoniometria		HF	VHF	NO	VHF	NO	HF-VHF-UHF	----
Computadora principal		SI	SI	SI	SI	SI	SI	5+GS
Computadora de control		SI	SI	SI	NO	NO	SI	----
Receptor de búsqueda HF-UHF		SI	SI	SI	SI	SI	SI	----
Receptor de monitoreo V/UHF		1	2	2	1	SI	SI	----
Receptor de monitoreo de HF		2	1	1	NO	NO	SI	----
Receptor VHF RG		NO	SI	NO	SI	NO	SI	----
Receptor HF RG		SI	NO	NO	NO	NO	SI	----
Analizador de espectro		SI	SI	SI	NO	NO	SI	----
Contador de frecuencia		SI	SI	SI	NO	NO	NO	----
Clasificador de señales		SI	SI	SI	SI	SI	SI	----
Selector de antenas		SI	SI	SI	SI	SI	SI	----
Rotador de antena VHF		SI	SI	SI	SI	SI	SI	----
Rotador de antena HF		SI	NO	NO	NO	NO	NO	----
Grabador de cinta		SI	SI	SI	NO	SI	SI	----
Caja de conexión GPS		SI	SI	NO	SI	NO	SI	----
Modems		SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI
GIS		SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI
Receptor de TV		NO	NO	NO	NO	NO	SI	----
Analizador de video		NO	NO	NO	NO	NO	SI	----

Tabla1. Tabla comparativa de equipo instalado en las diferentes estaciones radiomonitoras

En la tabla 1 pueden verse la clasificación de las diferentes estaciones de acuerdo al equipo instalado. En esta tabla también pueden verse que las distintas estaciones comparten equipos similares

2.3.3 Localización [4]

En el mapa que se muestra a continuación se presentan las estaciones tipo A, las cuales como ya se hizo mención, tienen énfasis en la recepción de frecuencias en las bandas de LF, MF, y HF. Dichas estaciones son:

- 1-. Hermosillo (Sonora)
- 2-. San Fernando (Tamaulipas)
- 3-. Cerrillo (Estado de México)
- 4-. Mérida (Yucatán)
- 5-. Tapachula (Chiapas)

Para la ubicación de estas estaciones se ha tomado en cuenta lugares alejados de núcleos urbanos, situados en planicies despejadas y que cuentan con reservas territoriales de varias

hectáreas alrededor de las mismas para evitar interferencias de cualquier tipo ya que las transmisiones de baja frecuencia son muy susceptibles a sufrir interferencias.



FIG. 2.1 Ubicación de las estaciones de comprobación técnica tipo A

Del mapa de la figura 2.1 se puede notar que la disposición estratégica de este tipo de estaciones permite la cobertura de prácticamente la totalidad del territorio nacional y amplias extensiones de mar territorial para las funciones de monitoreo y radiogoniometría en el rango de HF.

Este grupo de estaciones fijas cuenta con radiogoniómetros en HF para localizar transmisores mediante marcaciones realizadas entre estas 5 estaciones y/o ser complementadas con las marcaciones efectuadas a bordo de las estaciones móviles.

Estas estaciones se encuentran en operación las 24 horas del día.



FIG. 2.2 Ubicación de las estaciones de comprobación técnica tipos B1 y C1

En el mapa de la figura 2.2 se muestra la ubicación de las estaciones tipo B1. Estas estaciones controlan un grupo de estaciones C1 formando una red regional, la cual está encaminada a dar servicio a una ciudad de gran tamaño por lo que están ubicadas en las principales ciudades del país.

El propósito de las estaciones C1 es la de brindar mayor cobertura y proporcionar puntos fijos para realizar marcaciones con radiogoniómetros. De esta manera se pueden obtener las tres lecturas que se requieren como mínimo para determinar la ubicación de un emisor no autorizado. Las estaciones tipo B1 con el número de estaciones remotas tipo C1 que controlan se lista a continuación:

1.- México	(D.F.)	4 estaciones C1
2.- Monterrey	(N.L.)	3 estaciones C1
3.-Guadalajara	(Jal.)	2 estaciones C1
4.-Tijuana	(B.C.N.)	2 estaciones C1

Las Estaciones B1 estaciones tienen énfasis en el monitoreo de frecuencias en el rango de V/UHF más propio para los servicios en áreas urbanas, trabajan en horario regular de 9 a 21 hrs. mientras que las estaciones C1 no cuentan con personal



FIG. 2.3 Ubicación de las estaciones de comprobación técnica tipo B2

En el mapa de la figura 2.3 se muestran las estaciones tipo B2 que son similares a las B1 pero que no cuentan con estaciones remotas asociadas ni con radiogoniómetros aunque cuentan con un sistema de antena direccional (LPDF) que les da cierta capacidad de radiogoniometría. También cuentan con los implementos necesarios para actualizarse al nivel de B1 en caso de que las necesidades y el presupuesto lo requieran.

Este tipo de estaciones puede considerarse como el estándar de la red ya que cuenta con el equipo mínimo indispensable para realizar todas las funciones de monitoreo y forma junto con las estaciones tipo B1 la columna vertebral de la red ya que están distribuidas para cubrir los principales núcleos urbanos del territorio nacional. Al igual que las estaciones B1, las estaciones B2 tienen énfasis en el monitoreo de frecuencias en el rango de V/UHF propio para los servicios en áreas urbanas y trabajan en horario regular de 9 a 21 hrs.

Las estaciones tipo B2 son las siguientes:

- | | |
|-------------------|---------|
| 1.- Acapulco | (Gro.) |
| 2.- Ciudad Juárez | (Chih.) |
| 3.- Chihuahua | (Chih.) |
| 4.- León | (Gto.) |
| 5.- Mazatlán | (Sin.) |

- 6.- Morelia (Mich.)
- 7.- Oaxaca (Oax.)
- 8.- Tlaxcala (Tlax.)
- 9.- Tampico (Tamaulipas)
- 10.-Torreón (Coah.)
- 11-San Luis Potosí (S.L.P.)
- 12-Veracruz (Ver.)
- 13-Villahermosa (Tab.)



FIG. 2.4 Ubicación de las estaciones de comprobación técnica tipo C2

En el mapa de la figura 2.4 se muestran las estaciones tipo C2 que están ideadas para complementar a los grupos anteriores. Están ubicadas en puntos de menor congestión del espectro ya que su capacidad está limitada a la identificación de emisores por medio de los procedimientos de escucha y a la verificación de la ocupación del espectro por no contar con sistemas de radiogoniometría y medición de parámetros de señales. Se limitan al rango de V/UHF y trabajan en horario regular de 9 a 21 hrs.

Estas estaciones cuentan con la infraestructura para ser actualizadas al nivel B1 o B2 según lo dispongan las necesidades y el presupuesto. Las estaciones C2 son las siguientes:

- 1.- Aguascalientes (Ags.)
- 2.- Campeche (Camp)
- 3.- Cd. Victoria (Tamps.)
- 4.- Colima (Col.)
- 5.- Cuernavaca (Mor.)
- 6.- Culiacán (Sin.)
- 7.- Cancún (Q.R.)
- 8.- Chilpancingo (Gro.)
- 9.- Durango (Dgo.)
- 10- Jalapa (Ver.)
- 11- La Paz (B.C.S.)
- 12- Mexicali (B.C.N.)
- 13- Nuevo Laredo (Tamps.)
- 14- Pachuca (Hgo.)
- 15- Querétaro (Qro.)
- 16- Saltillo (Coah)
- 17- Tepic (Nay.)
- 18- Puebla (Pue.)
- 19- Tuxtla Gutiérrez (Chis.)
- 20- Zacatecas (Zac.)

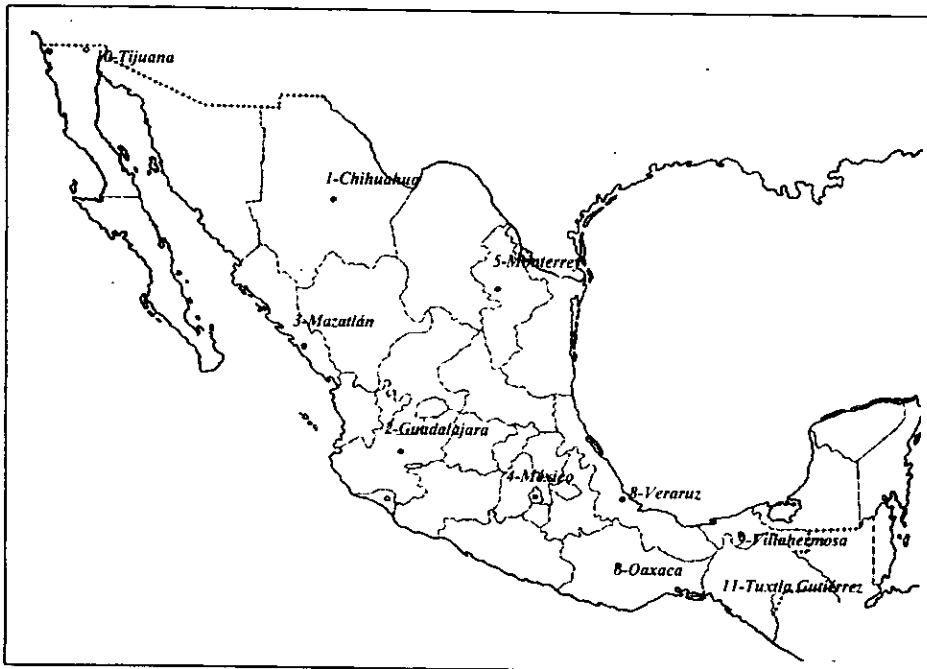


FIG. 2.5 Ubicación de la base de operaciones de las estaciones móviles tipo D0.

En el mapa de la figura 2.5 se muestra la localización de las bases de operación de las unidades móviles tipo D0. Las unidades móviles tipo D son las estaciones más complejas de la red y tiene como función la de complementar la cobertura de las estaciones fijas tanto en funciones de monitoreo como de radiogoniometría, ya que debido a la orografía del país existen amplias zonas del país que no pueden ser atendidas desde una estación fija. La ubicación mostrada se refiere a su base de operaciones, la cual es una estación de tipo A o B. Los criterios de su ubicación son concentrarse en las áreas de mayor congestión del espectro, y distribuirse de tal manera que puedan dar servicio en cualquier lugar de la república desplazándose la mínima distancia posible de su base de operaciones.

Las bases de operaciones para las estaciones móviles son las siguientes:

1. - Chihuahua (Chih.)
2. - Guadalajara (Jal.)
3. - Mazatlán (Sin)
4. - México (2) (D.F.)
5. - Monterrey (N.L.)
6. - Oaxaca (Oax.)
7. - Tijuana (B.C.N.)
8. - Veracruz (Ver.)
9. - Villahermosa (Tab.)
- 10 - Tijuana (B.C.N.)
- 11 - Tuxtla Gtz. (Chis.)

LAS UNIDADES MÓVILES DE RADIOMONITOREO

3.1 Características generales de acuerdo al CCIR [7]

El diseño de una unidad móvil de radiomonitorio varía notablemente según la finalidad, el campo de actividad y las condiciones en las que tiene que funcionar.

La complejidad del equipo y su propio funcionamiento, así como las dificultades derivadas del peso y consumo de energía exigen generalmente el empleo de un vehículo, especialmente equipado, con capacidad de efectuar desplazamientos rápidos.

En algunos casos para efectuar mediciones especializadas en lugares de difícil acceso, una unidad móvil ha de disponer de aparatos adicionales portátiles.

Se pueden tener estaciones móviles de comprobación técnica de uso general montadas en vehículos medios que estén equipadas para efectuar la mayoría de las mediciones requeridas, sin embargo, puede ser más práctico, en gran número de casos, utilizar vehículos pequeños, más manejables y especializados en la ejecución de determinadas mediciones

Vehículos:

Es bastante difícil clasificar los vehículos por orden de preferencia de las cualidades requeridas: estas dependen en muy gran medida de la utilización prevista, del relieve del terreno, del estado de la carretera, del clima del país en el que se efectúan las mediciones, etc.

Las cualidades preferidas son las siguientes [7]:

- Gran robustez de la parte mecánica (motor y transmisión)
- Carga útil alta: 300 a 500 kg. para los vehículos ligeros, hasta una tonelada para los vehículos ligeros, hasta una tonelada para los vehículos medios y hasta cuatro toneladas para los vehículos pesados.
- Amplio espacio interior disponible.
- Suficiente distancia entre la carrocería y el suelo, para mantener el centro de gravedad bastante bajo y una buena actitud para rodar sobre cualquier terreno; en efecto ha de

poder llegar a los emplazamientos más accidentados del territorio siempre que estén servidos por un camino vecinal; las posibilidades en este aspecto son limitadas en lo que se refiere a los vehículos pequeños dotados de una parte mecánica clásica, pero son mucho mayores para los vehículos “todo terreno” que comprenden a menudo una mecánica más compleja.

- Fácil de conducir: dirección suave y débil radio de giro:
- Velocidad máxima a plena carga relativamente alta, con el objeto de permitir el desplazamiento de un lugar de medición a otro (se preconiza en general una velocidad de 80 a 90 Km/h.
- Comodidad apropiada para el conductor y los técnicos encargados de las mediciones: Se recomienda una altura suficiente para poder trabajar de pie.
- En la medida de lo posible una buena reserva de potencia en el motor para facilitar el acceso a lugares escarpados y la salida eventual de una situación difícil.
- Faros potentes en el techo para visualizar posibles obstáculos en altura durante la noche.
- Vehículo de serie sin modificaciones importantes con el objeto de que el mantenimiento y la reparación de averías pueda realizarse sin problemas en cualquier región.
- Una solución flexible consiste en comprar el vehículo con el chasis desnudo y en construir un laboratorio que se fije en dicho chasis

Generalmente, el vehículo destinado a unidad móvil está constituido por un chasis de autobús de carga media (unas 3 toneladas) y una carrocería especialmente construida para el laboratorio móvil. Concebido para 3 o cuatro personas incluido el conductor, y tiene que estar provisto de cuanto sea necesario para efectuar las mediciones con facilidad. Es preferible adoptar una estructura de tipo autobús para que el conductor, que suele tener que trabajar de acuerdo con los operadores, pueda tener comunicación directa con los operadores e incluso pueda pasar fácilmente del asiento del conductor al puesto de trabajo.

Debido a que estas estaciones han de desplazarse hacia áreas remotas bajo cualquier alejadas de los núcleos urbanos y por periodos de incluso varios días, también es importante que la carrocería tenga un grado aceptable de aislamiento térmico y que disponga además de lo siguiente:

- Un aparato suplementario de calefacción, que funcione con gasolina o electricidad. Es muy útil e incluso indispensable cuando la unidad móvil se emplea en países de inviernos rigurosos. Así mismo se necesitará un buen sistema de aire acondicionado cuando la unidad móvil se destinará para su uso en países tropicales.
- Iluminación interior con lámparas incandescentes o tubos fluorescentes para cuando haya que trabajar al final de la tarde o durante la noche.
- Se aconseja utilizar una señalización con faros giratorios colocados en el techo del vehículo, pues las medidas prácticas realizadas en vías de intenso tráfico presentan siempre cierto riesgo. Sin embargo esta señalización exige el acuerdo de las autoridades responsables de la circulación; algunos países reglamentan el color y el uso de esos faros, cuyo uso está reservado para vehículos de determinadas categorías como la policía, servicios médicos y cuerpo de bomberos, etc.

- No hay que olvidar la colocación en el interior del vehículo de estanterías para papeles, accesorios variados, cables, piezas de recambio, y las herramientas indispensables para las reparaciones de poca monta.

El tipo de vehículo descrito responde a las condiciones medias que debe reunir una estación móvil de comprobación técnica capaz de realizar todas las mediciones necesarias [7]. Sin embargo cuando el número de mediciones sea importante, puede ser conveniente equipar vehículos de menor capacidad, destinados a mediciones especializadas, tales como la intensidad de campo, de frecuencia, etc. y reducir en consecuencia el equipo, el peso y las dimensiones del vehículo al mínimo estrictamente indispensable para el tipo particular de medición al que se destine.

3.2 Finalidad y campo de actividad de las unidades móviles de radiomonitorio [2]

A pesar de las limitaciones que las dimensiones y el consumo de energía de los aparatos imponen necesariamente a una unidad móvil, puede considerarse que las estaciones móviles pueden realizar todas las mediciones que efectúan normalmente las estaciones fijas de comprobación técnica.

Por otra parte, la principal función de una unidad móvil de radiomonitorio consiste en verificar todas las características de las emisiones que no son fáciles de comprobar en los centros fijos, por la naturaleza misma de la magnitud que se ha de medir o por dificultades derivadas de la congestión del espectro. Se da este caso en particular en las observaciones en frecuencias superiores a 30 MHz que las estaciones fijas no pueden efectuar eficazmente a causa de la poca potencia de los transmisores, de la gran directividad de las antenas y de las características particulares de la propagación.

Los principales campos de actividad que requieren el empleo de centros móviles de comprobación técnica son los siguientes [2]:

Mediciones de intensidad de campo:

Las estaciones radiomonitoras fijas no pueden efectuar mediciones de intensidad de campo cuando su valor depende de las condiciones del terreno *in situ*, salvo en casos especiales que se limitan a las bandas de frecuencias más bajas. Por otra parte, cualquiera que sea la finalidad de una unidad móvil de radiomonitorio técnica, éstas son adecuadas especialmente para efectuar mediciones de la intensidad de campo y su diseño está condicionado por éstas mediciones que ocupan una parte importante de la actividad de las unidades móviles. Las principales aplicaciones de estas mediciones aparecen en la fig. 3.3.

Verificación de la ocupación del espectro

En este campo se pretende verificar los rangos disponibles del espectro para su posible asignación, la verificación del cese de operaciones de los emisores estaciones cuya licencia a expirado, la identificación de usuarios de frecuencias no autorizadas y la verificación de tráfico permitido.

Comprobación técnica de las características de las estaciones radioeléctricas.

La poca potencia de los servicios móviles y la variación continua de las condiciones de funcionamiento, hacen extremadamente difícil de realizar desde un centro fijo las operaciones de comprobación, mientras que una unidad móvil puede efectuarlas con mayor facilidad haciendo las mediciones desde corta distancia. Por otra parte las unidades móviles deben considerarse como una extensión de las estaciones fijas ya también sirven para comprobar las características de servicios fijos en lugares donde no hay cobertura de recepción por parte de las estaciones radiomonitoras fijas, de hecho, existen algunos tipos de unidades móviles de radiomonitoro que están diseñadas para servir de estaciones fijas en lugares remotos por largos periodos de tiempo.

Búsqueda de las interferencias y defectos de transmisión.

Este campo de operación abarca la búsqueda, identificación de los defectos de transmisión en el punto mismo donde se presentan, cuanto estos se encuentran fuera del alcance del radio de cobertura de la estación fija, proporcionando el material necesario para análisis, recopilación de evidencia, y la realización de pruebas en coordinación con los usuarios.

Radiogoniometría

Este es campo de acción es donde las unidades móviles son más solicitadas, ya que la localización de los emisores desconocidos o no autorizados es un aspecto de suma importancia en el control del espectro, y que está encomendado principalmente a este tipo de estaciones.

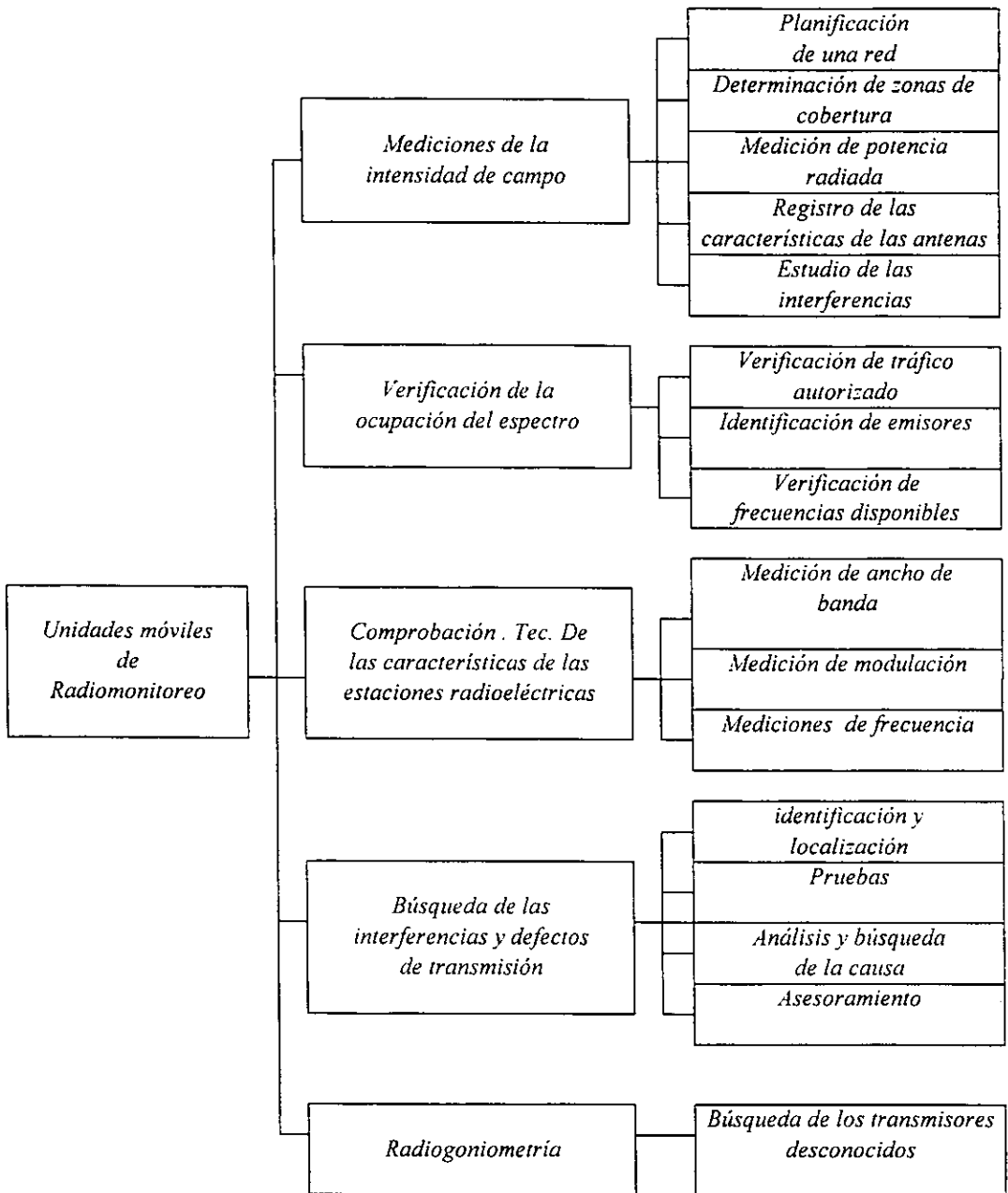


Tabla 2. Campo de actividad de las unidades móviles de radiomonitorreo.

3.3 Equipo requerido [7][25]

3.3.1 Receptores [25]

“Los aparatos más importantes de una estación radiomonitora son los receptores”.

Hay que disponer de receptores que cubran gamas entre unos 9 kHz y 1000 MHz (por ser donde se encuentran la mayor parte de los servicios de radiodifusión comerciales). Habitualmente se utilizan dos tipos de receptores, uno para frecuencias de hasta 30 MHz y otro para el intervalo de 20Khz- 1000MHz. Al elegir los receptores debe tenerse en cuenta los diversos tipos de modulación que se someterán a comprobación técnica, por ejemplo: CW, FM, AM, USB, LSB, y debe preverse la posibilidad de recibir tales emisiones. Los receptores de comprobación deben poseer todas las cualidades exigidas a un receptor destinado a ser utilizado por una estación receptora importante, más una precisión de ajuste de frecuencia (superior a 10 Hz para frecuencias de hasta 30 MHz y superior a 1 kHz para el intervalo de 30-100 MHz) una sintonización rápida y el mínimo de conmutaciones de bandas de frecuencias.

En general los receptores deben ser robustos, de fácil manejo y de mantenimiento 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 es preferible que los receptores puedan efectuar algunas de las mediciones corrientes sin aparatos auxiliares, conviene que posean las siguientes propiedades.

- Adecuada sensibilidad
- Adecuada selectividad
- Ausencia de respuestas parásitas
- Gran estabilidad del oscilador (oscilador de cristal con bucle de enganche de fase (PLL)
- Selectividad variable
- Una buena respuesta en baja frecuencia
- Una perilla de sintonización calibrada o una pantalla de visualización digital
- Una estabilidad suficiente con respecto a las variaciones de temperatura o de la corriente eléctrica.
- Estabilidad suficiente con respecto a las vibraciones y movimientos bruscos asociados con la marcha del vehículo

También se debe prever la conexión de aparatos suplementarios: dispositivos para manejar el radioteleimpresor, osciloscopios, y adaptadores panorámicos. Para registrar la tensión de entrada de una emisión recibida, se recomienda que el receptor esté provisto de una salida de tensión de control automático de ganancia, a la que se pueda conectar un registrador de corriente continua.

Para las tareas generales de comprobación técnica, la precisión mínima del receptor debe ser superior a 10 Hz para frecuencias de hasta 30MHz y superior a 1 kHz para frecuencias entre 30 a 1000 MHz. Los receptores modernos equipados con controles de microprocesador pueden ofrecer muchas ventajas operacionales como son las funciones automáticas y las interfaces para computadoras.

3.3.2 Antenas [7]

Teóricamente, toda estación de comprobación técnica debe ser capaz de recibir e identificar cualquier señal que pueda causar interferencias en la zona en que la estación ejerce su control. Esto supone que la estación ha de disponer de antenas apropiadas en la gama de frecuencias que le ha sido encomendada a la red. Los tipos de antenas de las estaciones móviles varían en función de las frecuencias y de la naturaleza de las mediciones.

Pueden emplearse antenas del tipo omnidireccional particularmente útil en la exploración general de espectro pero cuando se precisa mejorar la relación señal/ruido (aumentando la ganancia y reduciendo así las interferencias en las mediciones de intensidad de campo) y más aún para la radiogoniometría, se emplean antenas más o menos direccionales. Pueden preferirse antenas de banda ancha preferibles generalmente para una unidad móvil de comprobación a las de banda limitada. Las antenas pueden ser también aptas para la recepción de ondas de polarización horizontal o vertical u orientables para la recepción con cualquier clase de polarización.

La principal limitación con que se tropieza una unidad móvil con respecto a sus antenas es el espacio del que dispone. forzosamente reducido, hay que recurrir a antenas de espacio reducido que se instalen sobre el techo o en tierra, cerca del emplazamiento del vehículo. Para las frecuencias más bajas, se necesitan antenas cuyas dimensiones sean inferiores a un pequeño porcentaje de la longitud de onda. Las siguientes observaciones se hacen de acuerdo con la clasificación de bandas del CCIR del inciso 1.4.2

Bandas 4, 5 y 6

Como la falta de espacio en las unidades móviles de comprobación hace imposible, para estas bandas el empleo de antenas de características óptimas hay que recurrir a menudo a ciertos artilugios. No obstante, por fortuna las frecuencias de las bandas 4 y 5 están generalmente fuera del verdadero campo de actividad de una unidad móvil de radiomonitorio. Por otra parte, la gran sensibilidad de los receptores en estas frecuencias permite en muchos casos obtener buenos resultados con antenas de bajo rendimiento. Lo mismo ocurre con las emisiones de la banda 6, salvo que en este caso es posible reducir en algo las dimensiones.

Banda 7

Entre las antenas omnidireccionales utilizables en las estaciones móviles de comprobación técnica para la banda 7 existe la de tipo vertical de una longitud total de 4 metros que se

monta sobre aisladores en el techo o a un lado del vehículo. Para obtenerse un rendimiento más uniforme, pueden utilizarse también antenas de jaula portátiles desmontables que se instalarán en tierra a cierta distancia del vehículo. Están especialmente indicadas como de uso general para comprobar la ocupación del espectro. Así como, por lo general, para la comprobación técnica de las frecuencias. Será, pues, necesario emplear cuadros de antenas como antenas direccionales ya que no existen otros de dimensiones aceptables a bordo de un vehículo.

Banda 8 y superiores

Para las frecuencias comprendidas entre 30MHz y 1GHz no existen antenas omnidireccionales de banda ancha adecuadas para la recepción de ondas con recepción vertical u horizontal, sino sólo antenas de doble cono para un solo modo de polarización y una anchura de banda reducida. Algunos tipos comerciales cubren respectivamente las bandas de 80-330 MHz, 170-660 MHz y 300 a 1000 MHz. En frecuencias más elevadas el rendimiento de una antena omnidireccional es muy reducido a causa de la pequeña área que ocupa, y solo puede aumentarse por medio de la directividad.

Para frecuencias superiores a 30 MHz existe una gran variedad de antenas: antenas Yagi, de banda ancha o estrecha, incapaces de cumplir todas las exigencias de una unidad móvil de comprobación técnica, dipolos sintonizables, dipolos plegados, con elementos directores o reflectores o sin ellos, y antenas logarítmicas periódicas de concepción más reciente que pueden cubrir bandas de frecuencias bastante anchas, de 30 a 180 MHz, por ejemplo. Las dimensiones de estas antenas son lo bastante reducidas para ser usadas en una unidad móvil de radiomonitorio. Pueden instalarse para la recepción de ondas con polarización horizontal o vertical y naturalmente deben de poder orientarse con facilidad desde el interior del vehículo según la dirección de llegada de la emisión.

En las frecuencias más elevada. De hasta unos 10 GHz se pueden emplear antenas logarítmicas periódicas con reflector parabólico, antenas de bocina y antenas helicoidales cilíndricas o cónicas. Lo mismo que con las antenas precedentes. Hay que prever un sistema que permita orientar fácilmente la antena desde la mesa de trabajo, a mano o con motor eléctrico. El operador debe de ser capaz de apreciar fácilmente la posición desde el interior de la antena mediante un receptor de posición.

3.3.3 Soportes para antenas [7]

Salvo las antenas desmontables que hay que instalar en el exterior del vehículo, las antenas de las unidades móviles de radiomonitorio se montan generalmente en el exterior del vehículo, al que ha de poderse acceder fácilmente por una escalerilla exterior, o mejor aún, desde el interior a través de una abertura practicada para este fin en el techo del vehículo al que de acceso a una escalera interior o una plataforma plegable. La antena ha de poderse elevar a cierta altura por encima del techo para reducir la influencia que ejerce el vehículo

en las mediciones, o para vencer los eventuales obstáculos a la propagación de las ondas. Esta necesidad se manifiesta particularmente en el caso de las antenas destinadas a la recepción de ondas métricas y decimétricas, especialmente en centros urbanos, a tal efecto se emplean soportes telescópicos constituidos por una serie de tubos de acero empujados hacia arriba mediante aire o aceite a presión, por lo que será necesario la ayuda de una motobomba o compresora. En general, la altura máxima de los soportes telescópicos por encima del techo es de unos 10m pero existen soportes de más de 20 m que pueden ser necesarios en los centros urbanos.

En lo que respecta a la conexión de la antena montada en el soporte con el equipo de medición, la solución más simple consiste en emplear porciones de cable coaxial flexible de distinta longitud, provistos en sus extremos de conectores que permitan combinarlos para alcanzar la altura necesaria. Para no complicar los cálculos relativos a las mediciones de intensidad de campo, es necesario elegir cables con una impedancia característica correcta y un bajo nivel de pérdida.

Una solución más cómoda, aunque más onerosa consiste en emplear una sola porción de cable flexible de una longitud igual a la altura de máxima del soporte telescópico que se hace bajar de manera paralela a este y se enrolla en su parte inferior en una bobina a medida que se baja el soporte.

3.3.4 Fuentes de energía [7]

Alimentación por medio de pilas o acumuladores

La alimentación del equipo electrónico y los aparatos auxiliares de una unidad móvil de radiomonitorio, si bien presenta problemas de cierta importancia, en los últimos años la reducción del consumo de energía por los instrumentos electrónicos, como consecuencia de la transistorización, ha contribuido notablemente a la solución de estos problemas.

El reducido consumo de los aparatos transistorizados ha inducido a los fabricantes de instrumentos de medida a adoptar para la alimentación, baterías estancas de níquel cadmio, e incluso en los aparatos de menor importancia, pilas secas.

Esta solución además de ser económica, presenta la ventaja de la completa independencia de los aparatos y la ausencia de perturbaciones debida a la alimentación.

Alimentación por alternador acoplado al motor - Convertidor

Como la mayor parte del equipo electrónico de medición está previsto para ser alimentado por la red de corriente alterna de 220V/50Hz o 115 V/60Hz. Es necesario disponer a bordo de un generador capaz de suministrar energía de esas características y de suficiente potencia.

Cuando la potencia global exigida no excede de 500 VA o para la alimentación parcial del equipo, una solución muy simple consiste en utilizar un pequeño alternador monofásico acoplado al motor mediante una correa o junta coaxial desconectable. Esta solución si bien es muy simple y económica presenta varios inconvenientes, entre ellos una regulación deficiente y un escaso rendimiento debido al bajo régimen en que opera el motor, que está estudiado para una potencia más elevada. Una solución más simple consiste en hacer uso de un convertidor alimentado por la batería del vehículo. De ser necesario para asegurar la autonomía imprescindible, puede recurrirse al empleo de una batería auxiliar de mayor capacidad, pero esto plantea a su vez problemas de manutención y recarga periódica.

El buen rendimiento, la seguridad de funcionamiento, el silencio, la gran estabilidad (tanto de la frecuencia como de la tensión generada) y la ausencia de perturbaciones eléctricas que se logra con los sistemas convertidores modernos, totalmente de estado sólido, hacen de ellos el medio más indicado por lo menos hasta 500 VA.

Para potencias más elevadas, las dimensiones y el peso de las baterías necesarias para obtener la deseada autonomía y los inevitables problemas de mantenimiento hacen que sean poco interesantes para la alimentación de las unidades móviles de radiomonitorio.

Alimentación por grupos electrógenos

Habitualmente se rebasa el límite de 500VA para la alimentación de las unidades móviles de radiomonitorio. Hay que asegurar la alimentación no solo del equipo electrónico sino de los equipos auxiliares: pequeños motores eléctricos, ventiladores, instalación eléctrica de alumbrado, radiadores, acondicionadores de aire, etc. En una unidad móvil de radiomonitorio de medianas dimensiones se llega fácilmente a 2.5 kVA e incluso se rebasa este valor; carga que hay que mantener durante varias horas e incluso varios días de autonomía. En estos casos, la solución más adecuada consiste en alimentación por medio de un grupo electrógeno con motor de combustión interna.

Para potencias bajas, de 800 VA a 1 kVA aproximadamente se suelen utilizar motores de explosión de dos tiempos, de menor peso y construcción más sencilla, que son en consecuencia muy fiables y requieren de poca conservación, en cambio su consumo de gasolina es más elevado que el de motores de explosión de cuatro tiempos y similares, pero ello no tiene excesiva importancia en esta gama de frecuencias.

Para potencias superiores, hasta 3 kVA aproximadamente, se encuentran motores de explosión de dos y cuatro tiempos, con un consumo específico más modesto y menos ruidoso, son también más complejos que los de dos tiempos y también más difíciles de mantener.

Los inconvenientes comunes a todos los motores de explosión de baja potencia son: el ruido, la vibración y a veces ciertas irregularidades de funcionamiento debidas a sus características propias y a los problemas de equilibrio de las masa. Por otra parte, en encendido puede originar fácilmente perturbaciones eléctricas sino está suficientemente

protegido. La instalación del grupo electrógeno en el vehículo debe hacerse con todo cuidado para evitar que constituya una fuente de ruido molesto para los operadores, o que falsee las mediciones. Normalmente se instala en un compartimento lateral de la carrocería. Enteramente revestido de un material que absorba el ruido y fijado a este último mediante suspensiones elásticas. El acceso al grupo para las inspecciones y conservación se efectúa desde el exterior a través de una ventanilla, cuyo cierre no debe ser una fuente de ruido.

Alimentación directa por medio de la red pública

Aunque una unidad de radiomonitorio técnica tenga un sistema de alimentación autónomo, es preferible, aprovechar siempre que sea posible la red pública siempre y cuando haya que hacerse mediciones en los centros urbanos en los que sea factible la conexión.

Naturalmente la conexión de la red sustituye a los generadores de abordo, ya que no es posible su funcionamiento en paralelo. En conjunto el vehículo debe concebirse de forma que impida, por medios mecánicos la conexión simultánea de estos dos sistemas.

La instalación de la conexión para la red pública tendrá como ventaja adicional un ahorro en el consumo de combustible cuando se realicen pruebas de funcionamiento en las instalaciones de la red de monitoreo e incluso permitirá el uso de la unidad móvil como estación fija de apoyo mientras no se requiera su movilización.

3.3.5 Equipo para medir frecuencias [7]

La mayor parte de los equipos para medir frecuencias se basan en la comparación de la frecuencia a medir con una frecuencia patrón, cuya precisión determina la precisión de las mediciones. Por lo tanto el equipo básico para medición de frecuencias es un patrón de frecuencia a partir del cual se pueden generar frecuencias de referencias o intervalos de tiempo de frecuencia. Se pueden utilizar con este fin los siguientes aparatos: un multiplicador de frecuencias constituido por un oscilador clásico provisto de un divisor de frecuencias o un generador de armónicos para frecuencias determinadas o aparatos modernos provistos de cristales de alta precisión como los analizadores de espectro o frecuencímetros complejos.

3.3.6 Equipo para medir la intensidad de campo [7]

La medición de la intensidad de campo se basa esencialmente en la determinación de la respuesta de una antena de recepción al campo eléctrico en el cual se haya sumergida. Esta respuesta se detecta por medio de un receptor conectado a la antena. El medidor de intensidad de campo consiste por lo general en varios aparatos acoplados para formar un aparato único. Dichos elementos son los siguientes:

- Una antena de características conocidas
- Un receptor provisto de atenuador para regular la sensibilidad
- Un generador para calibrar esta sensibilidad
- Un dispositivo de medida con graduación lineal o logarítmica según se tenga que medir la tensión de entrada del receptor o la intensidad de campo

Conviene también agregar que un aparato de medición de intensidad de campo debe de poseer las siguientes propiedades.

- Elevada estabilidad: deben poderse efectuar mediciones de intensidad de campo durante un periodo bastante prolongado sin calibraciones frecuentes.
- Buena precisión relativa, las mediciones de un campo de valor constante, efectuadas independientemente por dos operadores debe dar el mismo resultado.
- Amplia gama de medida (de varios microvolts por metro a varios volts por metro).

Al igual que otros aparatos de comprobación técnica, los aparatos de medida de intensidad de campo deben estar provistos de una conexión especial para un registrador de manera que puedan efectuarse registros de larga duración.

3.3.6 Equipo para medir ancho de banda [7]

El método habitual para medir ancho de banda consiste en barrer usando un filtro muy estrecho toda la banda de frecuencia a medir. A tal efecto se conecta un analizador de espectro a la salida de frecuencia intermedia del receptor, o bien, se utiliza un analizador de espectro independiente, este consiste en un receptor superheterodino de banda estrecha, en el cual se explora ininterrumpidamente la porción elegida de la banda de frecuencias radioeléctricas.

El analizador de espectro puede tener las siguientes aplicaciones:

- Análisis completo de la señal (de modulación de amplitud, de modulación en frecuencia y de pulsos) en función del tiempo y de la frecuencia.
- Comprobación de la forma de la señal
- Detección e identificación de las señales no esenciales, moduladas en amplitud y en frecuencia.
- Medición del tiempo de establecimiento, de la duración y de la cadencia de repetición de los pulsos.
- Medición de las características espectrales de las señales moduladas por pulsos.

La calidad de las mediciones de ancho de banda depende de las siguientes características técnicas del aparato de medida o del analizador de espectro:

- Velocidad de exploración
- Amplitud del barrido
- Anchura de banda del filtro
- gama de amplitud de representación en pantalla

El funcionamiento de todos los instrumentos de anchura de banda está limitado por los desvanecimientos (cuando una estación opera por cortos periodos de tiempo y después deja de transmitir se dice que la señal se desvanece) y por las interferencias, especialmente en el caso de emisiones de estaciones remotas.

3.3.8 Equipo para registro de ocupación del espectro. [7]

El espectro de frecuencias sólo puede utilizarse eficazmente si se conoce a fondo su ocupación y la comprobación automática es un método rápido para conocer el grado de ocupación del espectro.

Las estaciones radiomonitoras pueden utilizar dos métodos de observación:

El primero es el método subjetivo, según el cual las observaciones son hechas de forma manual por operadores durante un cierto tiempo. Se utiliza este método principalmente para identificar una estación y evaluar su calidad. El segundo método el objetivo, según el cual las mediciones se efectúan automáticamente durante un cierto periodo de tiempo. Los métodos automáticos permiten registrar la frecuencia de una emisión, el tiempo de ocupación y en ciertos equipos, la intensidad de campo y la anchura de banda.

El equipo de determinación automática de ocupación del espectro, en general comprende:

- Un receptor de tipo ordinario o de control digital
- Un dispositivo mecánico que acciona el mando de sintonía o un aparato de control electrónico que acciona el barrido de frecuencias.
- Un amplificador selectivo (el receptor o el registrador pueden contener este aparato.
- Uno o varios registradores de barrido de frecuencias que se conectarán al equipo anterior.

3.3.9 Equipo de radiogoniometría [25]

La identificación de una estación transmisora desconocida puede verse facilitada si se logra determinar la ubicación del transmisor por medios radiogoniométricos. Para determinar con precisión su emplazamiento, es necesario que varias estaciones radiomonitoras equipadas con equipo de radiogoniometría, convenientemente situadas obtengan marcaciones. En teoría puede obtenerse una posición (es decir el punto de intersección de líneas de

marcación) por medio de tres estaciones radiogoniométricas que trabajen coordinadamente, las cuales no es forzoso que se encuentren en el mismo país. La posibilidad de obtener marcaciones en una estación radiomonitora puede proporcionar a un operador experimentado informaciones que le permitan un mayor grado de confianza en la identificación de un transmisor determinado.

La complejidad del equipo de radiogoniometría depende de la precisión requerida y se deberán tomar en cuenta lo siguiente:

- Tipo de goniómetro
- Tamaño
- Peso
- Banda de frecuencias

3.4 Las unidades móviles de radiomonitorio de la S.C.T.

3.4.1 Características [14]

Las unidades móviles de radiomonitorio, son estaciones para monitoreo del espectro que se operan como sistemas autónomos enlazadas vía radio con una de las estaciones regionales tipo A o B para acrecentar la capacidad regional de control y de localización de emisores.

Un solo operador puede operar el sistema pero se requiere un operador adicional para operar el despliegue del equipo. El operador cumple con las actividades propias de una estación fija tales como tomar mediciones de señales, llevar a cabo radiogoniometría y grabaciones. Puede almacenar resultados en la unidad de memoria, imprimirlos en la impresora o informar al a estación regional mediante el transceptor de comunicaciones, pudiendo también recibir actualizaciones de misiones en línea.

El operador puede llevar a cabo misiones de monitoreo de acuerdo a las necesidades definidas y participa igualmente en una red FIX, (una red FIX es un conjunto de estaciones que realizan marcaciones de la dirección de llegada de una señal desde diferentes posiciones para proceder a su localización) la cual es gestionada generalmente por un operador de la estación regional. Además el operador puede efectuar misiones de RG (radiogoniometría) en movimiento en las bandas de frecuencia de V/UHF desde la cabina del conductor mediante una LAP-TOP conectada al equipo principal.

Las operaciones se realizan de forma interactiva mediante una pantalla de apoyo al operador o automáticamente si así se desea. Las operaciones se acompañan de gestión de base de datos en la computadora y dispositivos de mapas electrónicos. Estas características permiten el control de la circulación de datos del sistema.

Especificaciones técnicas

Frecuencias		Gama de frecuencias monitoras	10KHz-2GHz
		Gama de frecuencias de RG	1MHz-2GHz
Tipos de polarización	Sistema de monitoreo	Polarización Vertical	10KHz-30KHz
			80MHz-2GHz
		Polarización Horizontal	20MHz-2GHz
	Sistema RG	Polarización Vertical	1 MHz-2GHz
Cobertura de acimut			0-360°

Características físicas [14]

Dimensiones largo: 6.4m	Peso Chasis: 1800 Kg.
Ancho: 2.3m Altura: 3.5m	Cabina: 1800Kg Peso total con equipo: 4900 Kg. Peso máximo autorizado por Chevrolet: 5266Kg

Temperatura

Altas temperaturas: El equipo de la unidad móvil está diseñado para operar a la temperatura ambiente de 40°C sin pérdida de la calidad funcional especificada. La temperatura apropiada se obtiene cuando se pone en funcionamiento el aire acondicionado. El equipo exterior está diseñado para operar a la temperatura ambiente de 50°C sin pérdida de la calidad funcional especificada.

Bajas temperaturas. El equipo interior de la unidad móvil está diseñado para operar a la temperatura ambiente de 0°C sin pérdida de la calidad funcional especificada pero requiere un periodo de calentamiento de 30 minutos antes de entrar en pleno funcionamiento. Al término de este periodo el equipo deberá operar al máximo rendimiento especificado. El equipo exterior está diseñado para operar a la temperatura ambiente de -10°C sin pérdida de la calidad funcional especificada.

Precipitaciones:

El equipo de la unidad móvil esta diseñado para operar durante los periodos de fuertes precipitaciones característicos del sudeste mexicano sin pérdida de la calidad funcional especificada.

Vientos.

El equipo de la unidad móvil está diseñado para operar con vientos de hasta 70 Km/h con el sistema de antenas de monitoreo desplegado.

Vibración

El equipo de la unidad móvil está diseñado al disponer de un montaje antivibratorio está proyectado para resistir vibraciones ocasionadas durante los viajes por todo tipo de caminos y a campo traviesa.

Humedad

El equipo de la unidad móvil está diseñado para operar con una humedad relativa de 90% en la gama de temperatura operativa sin condensación.

Acondicionamiento de aire:

El equipo de la unidad móvil operará en un ambiente de aire acondicionado con temperaturas entre 18 y 26 °C.

3.4.2 Descripción funcional del equipo instalado.

Para tener una visión general del equipo instalado y sus respectivas funciones, a continuación se presenta una descripción de los diferentes equipos de la unidad móvil, agrupándolos de acuerdo a su función. Las unidades móviles de comprobación técnica de la SCT presentan diversos sistemas que pueden dividirse de la siguiente manera:

- a) Subsistema de computadora
- b) Subsistema de control y medición
- c) Subsistema de Comunicaciones
- d) Subsistema de RG VHF
- e) Subsistema de RG UHF
- f) Subsistema de elevación y antenas
- g) Subsistema de alimentación de energía
- h) Vehículo

3.4.2.1 Subsistema de computadora

Este subsistema controla todas las unidades electrónicas de la unidad móvil. Después de proveer a la computadora de los requerimientos de la misión a efectuar, El operador puede optar por una operación automática o manual. El subsistema de computadora ejecuta las misiones planeadas y guarda los resultados en el soporte de memoria, los resultados pueden entonces ser impresos, procesarse y/o visualizarse en el mapa.

Las funciones principales del subsistema de computadora son las siguientes:

- Gestión de la base de datos
- Control de todos los procesos y actividad del sistema durante la ejecución de misiones, registro de los resultados, informes al operador etc.
- Soporte de los medios de prueba del sistema.
- Orientación al operador mediante el menú de instrucciones, y visualización de errores operativos y mensajes de falla del equipo.
- Interfaz hombre - máquina.
- Impresión de reportes de monitoreo

Para realizar las funciones anteriores el sistema cuenta con los siguientes elementos:

- Computadora principal de mando (CPU 486/33MHz de 8 Mbytes compatible IBM), dicha computadora cuenta con tarjeta procesadora de fase, tarjeta procesadora de RG, Unidad de disco flexible, Unidad de disco Duro de 200Mbytes, tarjeta en serie PC de 8 canales, Tarjeta SVGA, Tarjeta controladora CDRom, teclado, ratón, gabinete de PC, y programa de operación.
- Computadora de control de equipos (CPU386/25MHz. compatible IBM), dicha computadora cuenta con Unidad de disco flexible, tarjeta serie de 8 canales, tarjeta SVGA, memoria FLASH 256 Mbytes, tarjeta de comunicación, tarjeta clasificadora de señales VHF, tarjeta clasificadora de señales HF, tarjeta de sintonización y medición de TV, gabinete PC, y programa de operación.
- CD ROM
- LAP TOP PC compatible IBM 386/25MHz
- Monitor de operación VGA color
- Impresora de matriz de puntos

3.4.2.2 Subsistema de monitoreo y medición

En general, el subsistema de monitoreo y medición, controlado por el subsistema de computadora, recibe las señales de RF del subsistema de antenas en las frecuencias requeridas, las convierte en frecuencias de FI, video y audio, ejecuta las mediciones y el procesamiento de datos definidos y envía resultados al subsistema de computadora. El sistema correlaciona los datos con los resultados de latitud y longitud que son ofrecidos por el sistema GPS.

Las principales funciones del subsistema de monitoreo y medición son las siguientes:

- a) Recibir señales de RF y efectuar mediciones de frecuencia, intensidad de campo, profundidad de modulación de AM, índice de desviación de FM, ancho de banda, intermodulación, ruido, parámetros de televisión, ocupación de frecuencias y clasificación de señales. Algunas las efectúa de forma independiente y otras se llevan a cabo mediante la interacción con otros sistemas.
- b) Producir señales de audio para la escucha del operador y para su grabación en cinta.

Para realizar sus funciones, el subsistema de monitoreo y medición cuenta con los siguientes elementos:

- *Receptor de búsqueda.* Este receptor es el corazón del sistema de monitoreo de frecuencia. Puede explorar frecuencias o bandas determinadas con extremada rapidez. Utiliza programación incorporada en memorias EPROM para llevar a cabo las tareas de

exploración de bandas, ocupación y comprobación de actividad. El receptor cubre el espectro de frecuencias de 100 kHz a 2 GHz.

- *Receptor de monitoreo de HF*. Se trata de receptores de cobertura general que cubren la gama de 10kHz a 30MHz . Una vez que el receptor de exploración haya detectado una frecuencia activa (en los modos de tarea de supervisión y vigilancia), se fija el receptor de monitoreo en la frecuencia activa, para que el operador pueda supervisar la señal de forma audible, mientras que el receptor de exploración continua con otras tareas.
- *Receptor de monitoreo de VHF*. Los receptores de monitoreo de VHF son los mismos que el de exploración, pero utilizados para el monitoreo de señales. estos se fijan en la frecuencia activa detectada al igual que para las frecuencia Receptor de TV y analizador de video.
- *Receptor de TV y analizador de video*. Las unidades móviles vienen provistas de un receptor especial de TV y un analizador de video. El receptor situado en el controlador de equipos y controlado por la computadora, provee una señal de video al analizador de video para el análisis de la señal de video recibida. Un total de 27 mediciones son efectuadas por el analizador de video. Se ha provisto también una salida de video y audio frecuencia desde el receptor para permitir la conexión de un monitor de TV para observar las mediciones.
- *Analizador de espectro*. El analizador de espectro es el corazón del sistema de medición y cubre la gama de frecuencias de 10 kHz a 2 GHz. Realiza todas la mediciones de las señales recibidas con excepción de los parámetros de televisión.
- *Clasificador de señales*. El clasificador de señales consiste en una tarjeta de PC colocada en la computadora de controlador de equipos y recibe del receptor de exploración sus señales requeridas de entrada. El clasificador de señales puede detectar y clasificar señales de tipo CW, AM, USB, LSB, y WFM.
- *Grabadora de cinta*. Este instrumento es una grabadora de cinta de 8 canales y de doble cassette que se utiliza para grabar transmisiones recibidas para análisis posterior. Todas las salidas de los receptores de monitoreo están dirigidas hacia el grabador de cinta, proveyéndose además, un micrófono para el operador. La grabadora de cinta puede usarse manualmente pero su potencial mayor radica en su control por medio de la computadora, ya que en esta se almacena un registro de grabación e identificación de cassette.
- *Auriculares*. Las estación cuenta auriculares de diadema (audífonos) para cuando tenga que operar en lugares de intenso tráfico o en general donde haya ruido sonoro excesivo que no permita una clara audición de los altavoces de los receptores.

3.4.2.3 Subsistema de Radiogoniometría V/UHF.

La principal función de este subsistema es la realización de mediciones de RG en la banda de frecuencias de 20 MHz a 2GHz , basadas en el principio Doppler, ya sea con referencia al norte mediante la lectura de la brújula electrónica, o bien con referencia a la dirección del vehículo. Las mediciones de RG se utilizan para localizar emisores de RF en dos modos distintos:

El primero es cuando la estación integra una red FIX (una red FIX es un conjunto de estaciones que trabajan de manera coordinada para localizar a un emisor, proporcionando marcaciones desde su ubicación a la estación que ha de procesar la información, los datos de las marcaciones se introducen en la computadora y mediante una función que también recibe el nombre de FIX, obtiene la localización del emisor sobre un mapa digitalizado) el subsistema de RG mide la dirección de la frecuencia dada y se envían los resultados vía radio a la estación maestra de la red FIX junto con las lecturas de latitud y longitud dadas por el sistema GPS, de esta manera la estación que esté controlando la red podrá determinar mediante 3 lecturas de diferentes estaciones la posición del emisor en cuestión. Siguiendo este mismo método, la unidad móvil puede actuar como estación maestra de la red FIX requiriendo los resultados de otras dos estaciones que pueden ser fijas o móviles y a continuación, el operador alimentará a la computadora con los resultados de RG y el algoritmo de FIX del programa de operación programa de operación instalado calculará la intersección de las líneas correspondientes a la dirección de llegada. Este proceso se explicará con más detalle en la sección de Radiogoniometría. También es posible que la unidad móvil opere independientemente de otras estaciones midiendo a lo largo de la ruta distintas direcciones de llegada para realizar con estos datos la función de FIX, sin embargo esta operación requerirá de mas tiempo.

El segundo modo, es moviéndose hacia la dirección del emisor, utilizándose la Lap Top que se encuentra ubicada en el asiento del copiloto, la cual, por medio del programa de operación instalado presentará un diagrama polar, que consiste en un círculo cuyo centro corresponde a la ubicación de la estación, teniendo por norte el frente del vehículo.

Una característica importante vinculada con la capacidad de RG en V/UHF del sistema es la visualización de mapas. Los resultados de RG incluyendo la ubicación calculada del emisor pueden visualizarse en un mapa digitalizado de la región correspondiente.

Este subsistema consiste de los siguientes componentes:

- **Receptor de RG V/UHF** Es un receptor diseñado especialmente para el sistema Doppler de RG VHF.
- **GPS/ Caja de conexiones para los sistemas de RG.** El GPS/Caja de conexiones contienen un sistema de GPS para el suministro de un reloj sincronizado a los sistemas correspondientes de RG durante el proceso de FIX y localización efectiva de la unidad móvil, siendo también la base de tiempo para el fechado de la base de datos del sistema. La caja de conexiones es el suministro de energía de la unidad de RF para el sistema de RG.
- **Brújula electrónica.** La brújula electrónica es un dispositivo colocado en el exterior del vehículo y conectada a la computadora de control de equipos, cuya función principal es la de dar la referencia con el norte magnético cuando se utilizan los sistemas de RG tanto de V/UHF como de HF con el vehículo estacionado.

- *Procesador de RG para el Sistema de RG Doppler.* El procesador de RG para el sistema de RG Doppler comprende dos tarjetas, MCDF y MCPD instaladas en la computadora principal. El procesador de RG supervisa las siguientes partes del sistema RG:

Procesamiento del DOA

BIT del sistema de RG

Participa en el proceso del FIX.

Lee los datos del GPS y brújula electrónica en los sistemas móviles.

3.4.2.4 Subsistema de Radiogoniometría HF.

La principal función de este subsistema es la realización de mediciones de RG en la banda de 1 a 30 MHz por el principio de Adcock (el principio de Adcock es un principio para de determinación de la dirección de llegada de una señal, el cual será brevemente explicado en la sección de radiogoniometría) y la localización de los emisores se lleva a cabo registrando las direcciones de llegada y llevado a cabo la función FIX de manera similar a como se hizo mención para el sistema de V/UHF pero con este sistema no puede realizarse la localización del emisor con el vehículo en movimiento.

Procesador del RG para el sistema Adcock El procesador de RG para el sistema de RG Adcock se utiliza para el sistema HF de antena montada en el techo del vehículo. El procesador de RG se encuentra en una gaveta instalada en el bastidor del lado derecho de la unidad móvil. Las principales funciones son:

Procesamiento del DOA (Direction Of Arrival, o ángulo de llegada)

Procesamiento del BIT (Built In Test, o prueba de verificación incorporada de sistemas)

Receptor de RG Es un receptor de exploración diseñado especialmente para el sistema de Adcock de RG HF.

GPS/Caja de conexiones. Es la misma descrita en el subsistema de radiogoniometría de V/UHF, el cual proporciona la ubicación del vehículo y el fechado de la base de datos del sistema.

3.4.2.5 Subsistema de Comunicaciones de voz y radio de VHF

En cada una de estas unidades móviles existe un transreceptor de VHF FM modelo FTL2011 de Yaetsu. Este transreceptor tiene una potencia de salida de 40W y transmite a través de una antena montada sobre el techo del vehículo. La gama de frecuencia global es

137-174 MHz. Cada estación está provista también de dos transreceptores portátiles de VHF modelo FTH2008.

La unidad móvil y la estación fija deben coordinar sus actividades mediante enlace radial durante operaciones de radiolocalización o actualización de misiones en línea. Una bocina y un micrófono adicional permiten operar el transreceptor ya sea en el asiento del copiloto o en la cabina del equipo

El canal 1 de cada transreceptor está programado con las frecuencias de transmisión y recepción de acuerdo con la tabla de frecuencias de las SCT para la respectiva ciudad. El canal 2 es el canal que recibe y transmite frecuencias inversas, y esto permite al FTH2008 en el canal 2 con el FTL2011 en el canal 1 directamente sin repetidor. El canal 3 es igual al canal 1 pero con silenciador de tono (TONE SQUELCH) para uso de la línea privada. El canal 4 es igual al canal 2 pero con silenciador de tono. El canal 5 tiene la frecuencia de transmisión igual que la de recepción.

3.4.2.6 Subsistema de Antenas

La principal función de este subsistema es la de servir de entrada de RF a la unidad móvil, controlada por el sistema de computadora o manualmente, un selector de antenas conmuta la antena indicada hacia el receptor del subsistema de medición y monitoreo, por lo que cada antena puede dirigirse al mismo tiempo a los receptores necesarios. Este subsistema cuenta con las siguientes unidades:

- Antena de varilla de HF polarizada verticalmente de 10 kHz a 30 MHz
- Dipolo cruzado de polarización horizontal de 20 MHz a 2 GHz
- Antena bicónica de polarización vertical de 100MHz a 2 GHz
- Selector de antenas
- Rotor y control del rotador de antena
- Mástil Neumático con compresor de aire y cable de control remoto para bajada y subida.

Las antenas de monitoreo se instalan en la parte superior del mástil giratorio durante el despliegue del equipo y se desmontan previamente a cada movimiento del mismo. Con el vehículo en movimiento se guardan las antenas en los compartimentos especiales o cajas guarda-antenas

Selector de antenas [12]

La función del selector de antenas es básicamente la de una matriz de conmutación, que dirige la antena elegida a uno o más receptores elegidos (incluyendo el analizador de espectro). Cada antena se conecta en una entrada del selector de antena y cada receptor se conecta en una salida. El selector de antena atenúa las señales debido a las características

de la matriz de conmutación. En compensación, cada entrada de antena dispone de un amplificador activo asociado a la misma, y cada amplificador puede derivarse si así lo decide el operador. (solamente en las tareas de vigilancia).

Antena bicónica de polarización vertical (VUV.) [18]

Esta antena es bicónica omnidireccional de polarización vertical VHF/UHF de banda ancha. Su diseño permite mediciones exactas de la intensidad de campo eléctrico en toda su gama operativa de 100MHz a 2GHz. No contiene dispositivos activos, obviando así la necesidad de una fuente externa de energía y funciona sin elementos de sintonización externos.

El diagrama de radiación vertical de la antena es una figura de 8 con el máximo dirigido hacia el horizonte. El diagrama de radiación horizontal es omnidireccional. Estas antenas son de construcción extremadamente robusta y están diseñadas para resistir cargas de viento de hasta 150Km/h.

Especificaciones Técnicas:

Tipo de antena:	pasivo
Gama de frec.	100 a 2000 MHz
Cobertura de acimut	360°
Omnidireccionalidad	+/- 2db
Polarización	vertical
Ganancia:	2dbi típica
Capacidad de Potencia	100 W con modulación Cw
Impedancia de entrada	50Ω

Características físicas:

Anchura:	1.20cm
Altura:	1.75 m con soporte
Peso:	13kg con soporte
Material:	Aluminio y acero inox.
Montaje:	Brida de base
Acabado:	Blancuzco (semiesmaltado)

Condiciones ambientales:

Temp. de funcionamiento:	-10 a +65 °C
Temp. de almacenamiento:	-15 a +70 °C
Resistencia al viento	hasta 150 Km/h
Altitud max. de operación	23 000 pies
Humedad	95% a 5°C

Lluvia:

La antena bicónica funcionará durante las épocas de fuerte lluvia de acuerdo a las características de operación, sin pérdida de la capacidad funcional y sin daños físicos.

Vibración y choque:

La antena bicónica resistirá las vibraciones y choques impuestos durante el transporte vehicular sobre todo tipo de terreno, siempre que se encuentren en el compartimento respectivo de traslado.

Antena logarítmica periódica (LPH y LPV) [16]

Esta antena consiste en un arreglo de dos antenas de periodicidad logarítmica independientes montadas sobre la misma estructura. Una se encuentra montada en el plano vertical mientras que la otra está montada en el plano horizontal. Cada una es capaz de recibir señales electromagnéticas en el rango de 80 a 2000MHz.

La estructura de ambas antenas es idéntica. Las antenas están polarizadas linealmente. Cada antena de periodicidad logarítmica está compuesta por una sección de dos piezas de perfil de aluminio que soportan una red de antenas de 24 series de elementos de alimentación, dispuestos en una configuración coplanar. Las dos secciones de perfil metálico están sujetas entre sí formando una estructura autoestable que cuenta con medios de montaje en el centro.

Además de soportar a los elementos, el perfil sirve como línea de transmisión plana para alimentar a cada red. Este tipo de construcción asegura un rendimiento confiable aún bajo las condiciones atmosféricas más severas.

La antena ha sido diseñada y construida para ser montada por dos personas en un lapso de aproximadamente 30 minutos y no requiere de ningún tipo de destreza especial.

Especificaciones (para cada sección de antena)

Capacidad de potencia de RF	10W
Margen de frecuencia	80 a 2000 MHz
Ancho de la antena	1.8 m
Longitud de la antena	2.4 m
Numero de elementos	24
Impedancia de entrada	50Ω
Polarización	Lineal
Ganancia	6.5 dbi (min)
Angulo de apertura del haz	65°
Conector de entrada	SMA (2 entradas)
Peso	31 libras

Sección del mástil

Longitud (altura)	60 pulgadas
Peso del mástil	2 libras

Rotador de antena logarítmica periódica de VHF

El rotador de antena de permite rotar una antena direccional de polarización cruzada VHF. El operador puede supervisar el controlador ya sea manualmente o por medio de la computadora. Una de las posibilidades de medición de RG es la RG de señales horizontales VHF/UHF, y esta medición emplea el rotador de antena. El control del rotor permite el giro deseado mediante operación manual o por medio del programa de operación

Mástil neumático con compresor de aire

Este el un mástil del tipo telescópico que funciona mediante la inyección de aire proveniente de un compresor. consta de 5 etapas , con una longitud totalmente extendido de 6m sobre el techo de las estación.

3.2.4.7 Subsistema de Alimentación

Este subsistema tiene por función el suministro de energía eléctrica a todos los equipos abordo de la estación, para lo cual dispone de cuatro alternativas, la principal es usando el motogenerador instalado, la segunda es por medio de un banco de baterías, la tercera es utilizando el alternador del vehículo y la cuarta es mediante conexión a la red pública de CA. Los equipos con que cuenta este subsistema son los siguientes:

- Grupo motogenerador de 6.5 KW, 120V , c.a. 60Hz monofásico.
- UPS 3KVA
- Convertidor de c.c. a c.a.
- Cargador de batería
- Caja de derivación con cortacircuitos
- Caja de filtros de entrada de c.a.
- Panel de entrada de c.a. externo
- Dos baterías del sistema de 12 V de 100 ampers/h
- Caja de derivación de CC con cortacircuitos
- Acoplamiento mediante disyuntor entre el alternador del vehículo y las baterías del sistema

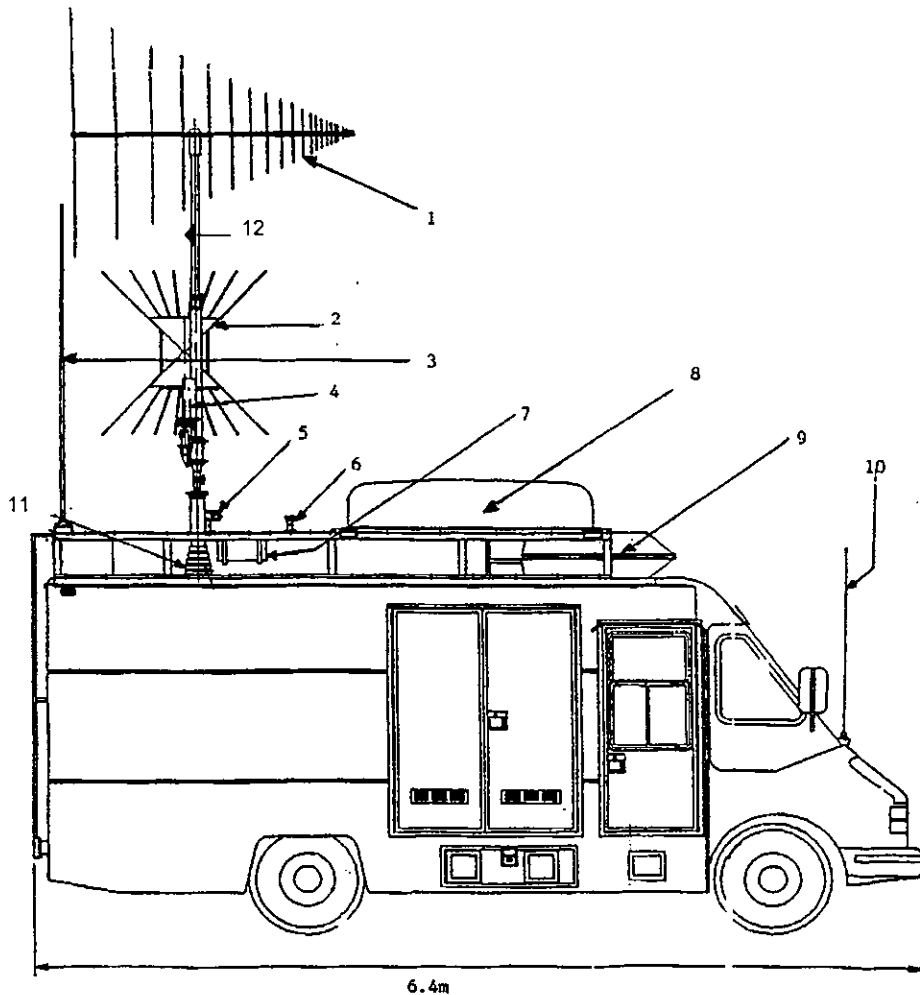
3.2.4.8 Vehículo

Chasis. El modelo del chasis es un p-30, producto de la línea estándar de Chevrolet (GM). Cuenta con amortiguadores traseros reforzados, motor a inyección de combustible de 8

cilindros que funciona con gasolina, rueda de auxilio y herramientas, sistema de frenos de potencia, caja de cambios manual de cuatro velocidades y reversa.

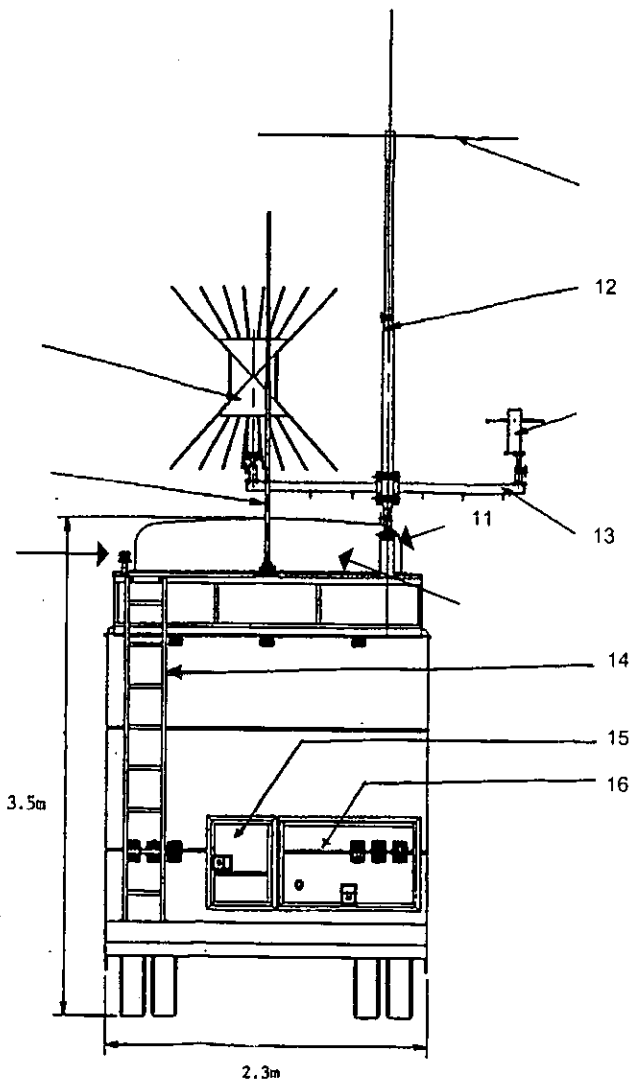
Carrocería. La carrocería del vehículo es monocasco con estructura de perfiles de hierro y fijada al chasis . La cabina del conductor está separada de la de operación mediante un tabique con puerta deslizante. El armazón de perfiles de hierro está enchapado con hojas de metal galvanizado, pintados con pintura epóxica y relleno con material de aislamiento de espuma de polietileno con cabina del conductor de fibra de vidrio. Existe para el motogenerador un compartimento especial en el lado derecho posterior de la carrocería y sobre este se encuentra en el interior de la cabina de operación el compartimento interior para guardar las antenas de monitoreo . Una escalera en la parte posterior facilita el acceso al techo en forma permanente, en el techo se encuentran las antenas de RG, la unidad de radiofrecuencia, un compartimento para guardar las antenas de monitoreo y el compartimento para el cable de las antenas y en la parte superior delantera del vehículo se encuentra el sistema de acondicionamiento de aire.

En la cabina del conductor se encuentra el equipo de monitoreo fijado a bastidores de hierro mediante suplementos especiales y tornillos



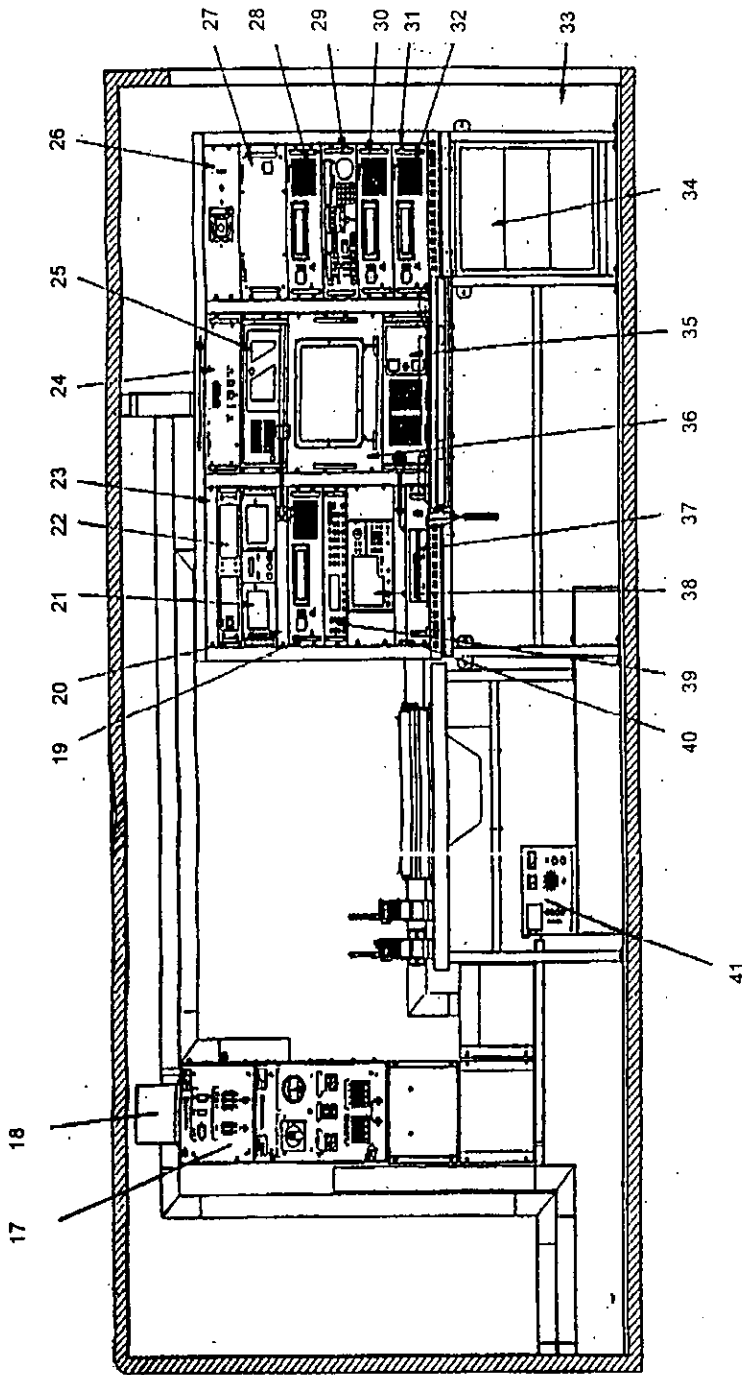
- | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 1. Antena logarítmica periódica direccional de polarización vertical y horizontal V/UHF | 4. Antena horizontal cruzada de polarización horizontal para HF y V/UHF | 9. Sistema de aire acondicionado |
| 2. Antena bicónica omnidireccional de polarización vertical V/UHF | 5. Brújula electrónica | 10. Antena de comunicaciones VHF |
| 3. Antena omnidireccional de polarización vertical LF-MF-HF | 6. Antena GPS | 11. Mástil neumático telescópico. |
| | 7. Red de antenas DF para HF | 12. Mástil de longitud fija de fibra de vidrio. |
| | 8. Red de antenas DF para VHF | |

Fig 3.1 Estación móvil de comprobación técnica de la S.C.T. tipo D0 (vista lateral)



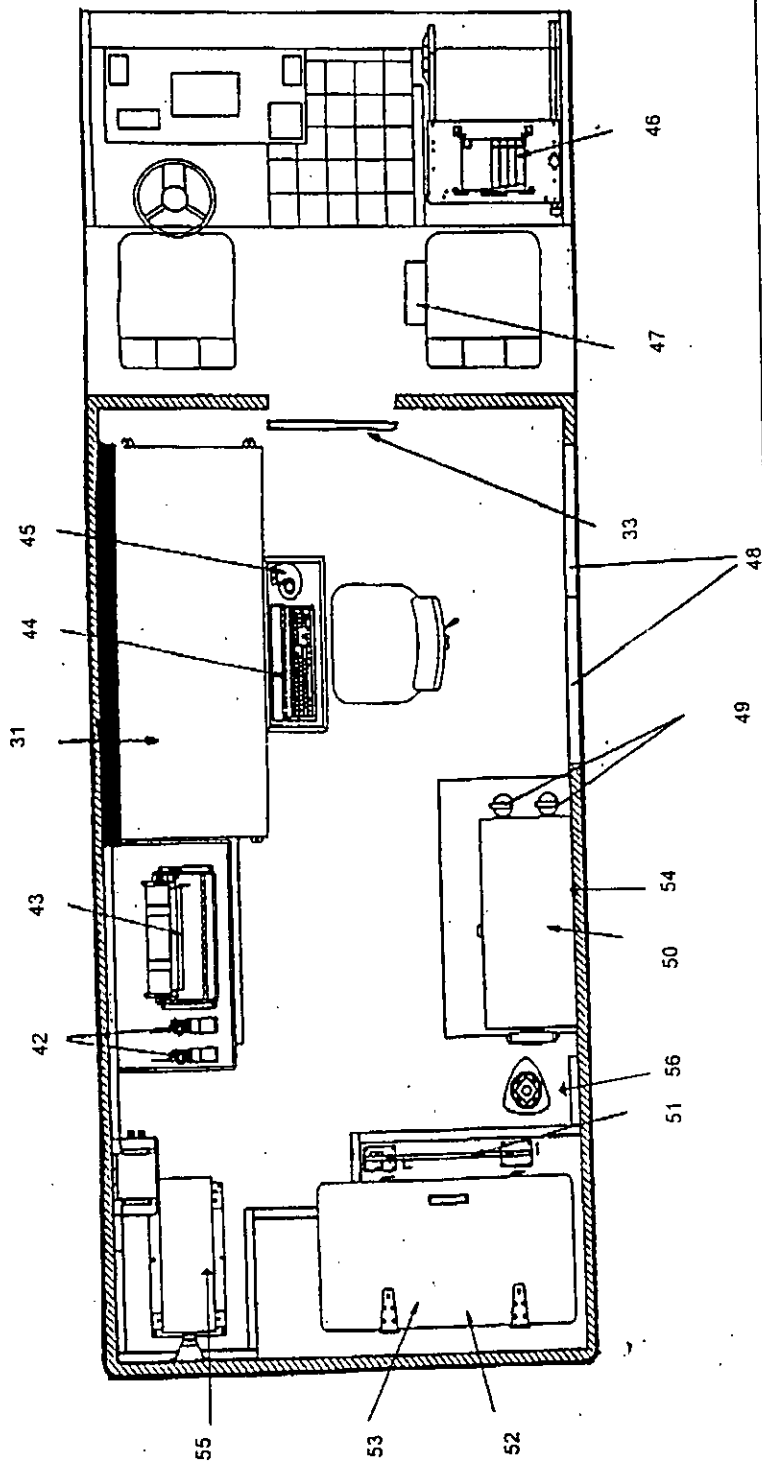
1. Antena logaritmica periódica direccional de polarización Vertical y Horizontal V/UHF
2. Antena bicónica omnidireccional de polarización vertical V/UHF
3. Antena omnidireccional de polarización vertical LF-MF-HF
4. Antena horizontal cruzada de polarización horizontal para HF y VHF
5. Brújula electrónica
8. Red de antenas DF para VHF
- 11 Mástil neumático extensible
- 12 Mástil de longitud fija de fibra de vidrio
- 13 Viga de soporte para arreglo de antenas.
- 14 Escalerilla fija de acceso al techo
- 15 Compartimento de baterías
- 16 Compartimento del motogenerador

Fig.3.2 Estación móvil de comprobación Técnica de la S.C.T. tipo D0 (vista posterior)



- | | | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| 17. Distribuidor de carga | 23. Placa metálica | 29. Receptor de monitoreo LF-MF-HF | 35. Computadora principal |
| 18. Inversor de corriente eléctrica | 24. Control de rotor del mástil | 30. Receptor de monitoreo V/UHF | 36. Monitor VGA |
| 19. Receptor de rastreo | 25. Computadora de control | 31. Rack de equipos (3) | 37. CD ROM |
| 20. Lámpara | 26. Receptor de T.V. | 32. Selector de antenas | 38. Analizador de espectro |
| 21. Grabadora de 8 canales | 27. Receptor DF HF | 33. Puerta corredera | 39. Analizador de video |
| 22. Caja de conexiones GPS | 28. Receptor DF VHF | 34. Cajones de equipo accesorio | 40. Placa metálica |
| | | | 41. Cargador de baterías |

Fig. 3.3 Estación móvil de comprobación técnica S.C.T. tipo D. (Corte transversal de la cabina de operación.)



- | | | |
|-------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 31. Rack de equipos (3) | 46. Lap Top (indicador de RG) | 52. Compartimiento guarda antenas interno |
| 33. Puerta corrediza | 47. Transceptor móvil de VHF | 53. Motogenerador. (abajo del compartimento de antenas) |
| 42. Transceptores portátiles de VHF | 48. Puertas principales | 54. Compresor. (abajo del Gabinete de equipo accesorio) |
| 43. Impresora | 49. Extinguidores | 55. UPS |
| 44. Teclado | 50. Gabinetes de equipo accesorio | 56. Rotor del mástil (abajo del mástil) |
| 45. Mouse (track ball) | 51. Masa de tierra | |

Fig.34 Estación móvil de comprobación técnica S.C.T. tipo D. (Distribución interior)

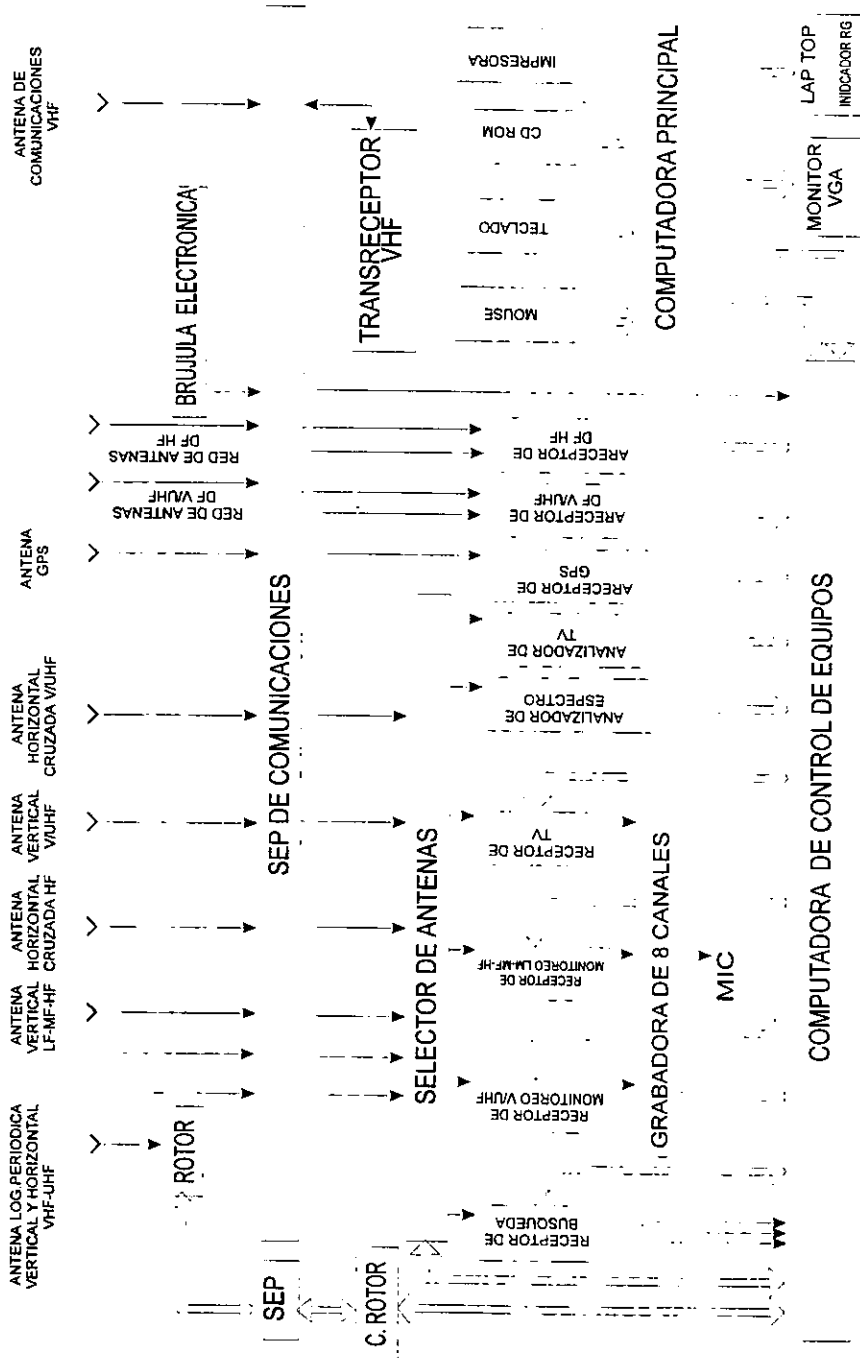


Fig. 3.5 Diagrama de interconexión entre los diferentes equipos usados para radiomonitorceo y radiogoniometría

FALTA PAGINA

No. **60**

3.5 Descripción del programa de operación [22]

3.5.1 Generalidades

En este capítulo se describirá de manera general el uso y las capacidades del programa de operación instalado en las unidades móviles de radiomonitorio. Antes de empezar cabe hacer la aclaración de que este capítulo no pretende sustituir al manual del programa de operación proporcionado por el fabricante, sino exponer de manera general el uso y las diferentes opciones del sistema con el fin de que el operador tenga una visión general del programa de operación y solo en caso de requerir información específica sobre como implementar alguna función deberá remitirse al manual. Se hace esta aclaración ya que si el operador cuenta con alguna experiencia sobre el uso de programas en ambiente Windows la información que aquí se proporciona será suficiente para poder desarrollar todas las funciones del programa de control de la estación requiriendo un mínimo de consultas al manual.

El programa de operación instalado en todas las estaciones de la red es el programa REMOS (Radio Emission Monitoring System) versión 5.2, desarrollado por la empresa TADIRAN Ltd Co. Este programa esta basado en el lenguaje Gupta y ha sido desarrollado específicamente para la Red Nacional de Radiomonitorio. El programa se encuentra instalado en todas las estaciones de la red y contiene todas las opciones de operación que pueden llevarse a cabo dentro del sistema, la única diferencia es que el programa permite dar de alta el equipo específico de cada estación. Esta es una característica importante ya que todas las pantallas están estandarizadas, lo que permite al operador de un tipo de estación una transición más sencilla hacia otro tipo de estación.

Al efectuar la rutina de encendido del equipo (la cual se expone en el capítulo de procedimientos de operación), el programa iniciará con una pantalla de seguridad que solicitará el nombre y la clave del operador.

Una vez introducido el nombre y la clave, el programa desplegará el siguiente menú de opciones:

- 1 Programa de monitoreo
- 2 Programa de mapas
- 3 RG HF fijo
- 4 RG VHF móvil.

La opción 1 (programa de monitoreo) es la parte principal del programa de operación ya que esta parte del programa es la que maneja la base de datos y realiza todas las funciones que pueden realizarse de la misma manera que en una estación fija, con la anexión de la medición de parámetros de T.V.

Las opciones de RG HF fijo, RG VHF (radiogoniometría en la banda de HF y radiogoniometría en la banda de VHF) móvil son opciones propias de la unidad móvil, es decir, no están disponibles en las estaciones fijas y se realizan de manera independiente del programa de monitoreo, desde la Lap Top situada en el asiento del copiloto.

La opción 2 sirve para desplegar en pantalla los mapas del área y trazar sobre estos las marcaciones realizadas con los sistemas RG (función FIX) con el fin de determinar la localización de un emisor.

A continuación se describirá el programa de monitoreo dejando las opciones 2,3 y 4 para la sección de radiogoniometría.

Eligiendo la opción 1 el programa desplegará la siguiente pantalla

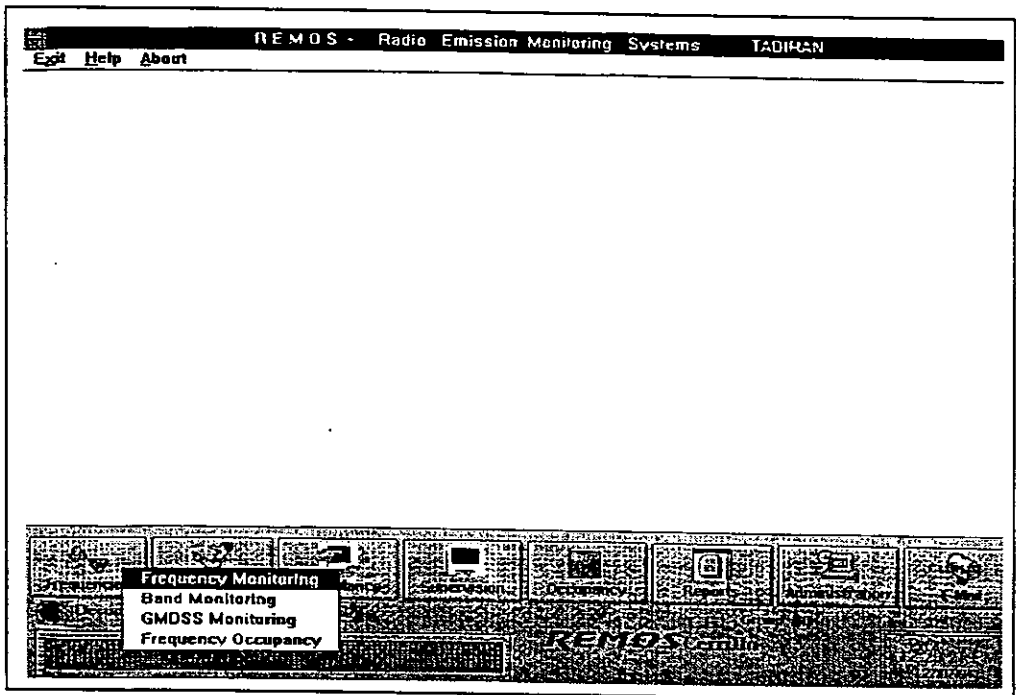


FIG.3.9 Pantalla principal mostrando el menú de "misiones" desplegado

El menú de "Ayuda" y de mandato "Salida" se encuentran en el ángulo superior izquierdo.

El área de información se encuentra debajo de la barra de selección de tareas que cruza la pantalla. En la línea inferior izquierda se observa una línea guía-mensaje que le informa de la función de cada tecla cuando se apunta hacia la misma con el ratón.

Por encima de esta guía mensaje se encuentra la ventana de mensajes en la cual aparecerán mensajes informándole del estado del sistema (las tareas del sistema) y mensajes de error.

Por encima de esta ventana de mensajes se encuentra la línea que indica si la tarea de ocupación está en actividad o no. Desde que esta tarea se ejecuta en el fondo, esta línea es importante puesto que el sistema no deberá verse interrumpido mientras la tarea de ocupación siga estando activa.

A la derecha de la ventana de mensajes se encuentra el grupo de la estación y el nombre de la misma.

La barra de selección de tareas consiste de las siguientes opciones de izquierda a derecha de acuerdo a su aparición en la barra de tareas :

FRECUENCIAS: Permite la búsqueda y edición de las mismas y agregados a la lista de usuarios . Esta opción no esta habilitada en la unidad móvil por no encontrarse conectada a la red nacional de teleinformática de la S.C.T. debido a su naturaleza móvil sin embargo, esta opción aparece en la pantalla por tratarse de una pantalla normalizada para todos los tipos de estaciones de la red, es decir, todas las pantallas del programa de operación en todos los tipos de estaciones tanto móviles como fijas son las mismas, lo que cambia son las funciones habilitadas en cada una de acuerdo al tipo de estación. Esto es para que los operadores puedan operar los distintos tipos de estaciones con mayor facilidad.

MISIONES: Posibilita la búsqueda, edición, y agregados de misiones, tanto para vigilancia, supervisión y ocupación.

VIGILANCIA: En esta opción se eligen, activan y realizan las tareas predefinidas para monitoreo manual que fueron definidas previamente en la opción de misiones.

SUPERVISION: En esta opción se eligen, activan y realizan las tareas predefinidas para monitoreo automático que fueron predefinidas en la opción de misiones.

OCUPACIÓN: Esta opción se eligen, activan y desactivan las tareas de ocupación definidas en Misiones indicando también el tiempo de activación., la tarea de ocupación nos informa del grado de ocupación del espectro indicándonos el tiempo en que se encontró activa una frecuencia.

REPORTES: Esta opción permite generar e imprimir reportes de la base de datos , con los resultados de las mediciones efectuadas en vigilancia y supervisión correspondientes al conjunto de misiones elegido. Esta opción también permite ordenar los resultados de acuerdo a la fecha de realización o en orden de mayor a menor frecuencia. y presentarlos en forma de tabla o gráfica.

ADMINISTRACIÓN: Esta opción permite el cambio de parámetros de la estación con miras a posibles expansiones o modificaciones como son las tablas de pérdidas en cables y factores de antena del equipo instalado, además de la implementación del BIT que es la prueba de verificación incorporada del sistema.

CORREO ELECTRÓNICO: Esta opción maneja mensajes por medio de la computadora principal de las estaciones fijas. A continuación se tratarán de manera específica cada una de las pantallas relacionadas a cada icono de la barra de tareas.

3.5.2 Frecuencias

Esta función corresponde al enlace con la base de datos del Centro de control, pero como la unidad móvil no tiene conexión con la red de datos, esta función no se encuentra habilitada.

3.5.3 Misiones

Antes de ser posible activar cualquier tarea de monitoreo del espectro es necesario definir una o más MISIONES. Al definir una misión, se determina el tipo de tarea de monitoreo requerido, y la información necesaria para complementar la tarea. La información necesaria puede obtenerse de la base de datos de cualquiera de las categorías de usuarios o entrada por el usuario mismo. Son cuatro los tipos de misiones que pueden definirse (MONITOREO DE FRECUENCIAS, MONITOREO DE BANDA, OCUPACION, y MONITOREO ESPECIAL) de los cuales debe elegirse uno para pasar las pantallas correspondientes.

MONITOREO DE FRECUENCIAS. Son aquellas en donde cada misión se define como una frecuencia específica con un tipo de modulación dado y un ancho de banda y una antena autorizados (información mínima necesaria para la misión). Cuando se pulsa esta opción aparecerá una pantalla conteniendo un listado de las misiones activas hasta el momento con una columna de opciones del lado izquierdo las cuales se detallarán a continuación:

MONITOREO DE BANDA. Las misiones de MONITOREO DE BANDA se usan para explorar frecuencias activas en una banda dada. La banda se define por medio de la frecuencia de inicio, frecuencia de detención y tamaño del paso.

MONITOREO ESPECIAL. Las misiones MONITOREO ESPECIAL, se les usa para identificar la estación de los servicios de emergencia y se definen de la misma manera que las misiones de MONITOREO DE FRECUENCIA

OCUPACIÓN. En esta función se activan las misiones de ocupación que fueron definida en la función de "Misiones".

3.5.4 Vigilancia

Esta función permite llevar a cabo misiones de monitoreo de bandas, de monitoreo de frecuencias o de monitoreo especial.

Esta función está diseñada para realizar mediciones manteniendo un control manual. El operador puede verificar en las pantallas de medición los valores que se van obteniendo de la medición y almacenar el valor promedio o máximo de la misma según lo desee. También puede controlar el número de muestras que considere necesarias para obtener una buena medición, ya que hay que tener en cuenta que las mediciones son más precisas mientras más muestras se tomen.

Al entrar a vigilancia aparece una tabla conteniendo todas las misiones generadas en la opción "Misiones" las cuales de las cuales pueden elegirse hasta 80 misiones de frecuencias simples o una misión de monitoreo de banda. para ser rastreadas y medidas

Esta función junto con la de supervisión permiten el rastreo de frecuencias, mediante el receptor de escucha, y una vez que ha sido sintonizada esta frecuencia, la tarjeta de clasificación de señales identifica el tipo modulación de la señal, ajusta el nivel de squelch y junto con los datos de la misión sintoniza el receptor de escucha, ya sea el de HF o el de VHF, según corresponda. Al quedar sintonizada la frecuencia en el receptor de escucha se debe escuchar perfectamente la estación en observación. En cuanto queda sintonizada la estación, aparecerá un pequeño recuadro en la pantalla conteniendo la información de la misión y arriba de la barra de tareas de la pantalla principal aparecerá otra barra con las siguientes opciones:

GRABADORA DE CINTA Esta opción presenta la pantalla de operación para la grabadora de 8 canales, y es aquí donde se introduce las etiquetas de los casetes que se están usando. Al poner en operación la grabadora el sistema registrará automáticamente la fecha y hora de inicio y cuando se detenga la grabación, se registrará la hora de paro.

MONITOREO DE FRECUENCIA. En esta opción se presentan todas las opciones de medición de parámetros a excepción de ocupación, y al ser seleccionada alguno de estos se pasará a la pantalla de medición correspondiente a cada parámetro.

las opciones de medición son las siguientes:

Frecuencia

Ancho de Banda

Intensidad de Campo

Intermodulación.

Porcentaje/Profundidad de Modulación

DF (radiogoniometría)

LPDF(Radiogoniometría por antena logarítmica periódica)
FIX(Radiogoniometría de trazas para el programa de mapas)
Ruido
Parámetros de TV:

IDENTIFICACION DE ESTACION. Esta opción se usa cuando se elige una misión de monitoreo de banda, en la cual se presentan la opciones de medición a elegirse conforme van siendo rastreadas las frecuencias. Los parámetros a medir son los mismos de monitoreo de frecuencias.

3.5.5 Supervisión

Esta opción permite realizar de manera automática y consecutiva la medición de parámetros elegidos de las frecuencias seleccionadas. Las mediciones se realizan secuencialmente tomando un número de muestras determinado y al terminar las mediciones se arrojan los valores encontrados. La desventaja de esta opción sobre la de vigilancia es que la precisión de la medición disminuye al tratarse de menos muestras y si el algoritmo de medición no converge para un determinado valor, no se puede reiniciar la medición de ese parámetro específico hasta que se haya terminado todas la mediciones. por lo que podemos resumir que esta opción proporciona menor precisión y exactitud. sin embargo es muy útil cuando se deben tomar mediciones de un gran número de frecuencias. realizar todas las mediciones de manera secuencial y con tiempos definidos para cada medición.

3.5.6 Ocupación

Dada la congestión del espectro , es necesario determinar el uso que se le dará a cualquier parte del mismo. Ello significa verificar si cualquier frecuencia dada o conjunto de frecuencias se hallan en uso, y si así fuera. las veces que es realmente utilizada en un periodo de tiempo. El análisis de los resultados provee la información necesaria para un planteamiento efectivo del uso de bandas y coparticipación entre usuarios.

Todas las frecuencias a verificarse están contenidas en misiones de ocupación. Una vez activada la tarea. el sistema explora por turno cada frecuencia de la misión en busca de frecuencias activas. Este proceso continua hasta que es detenido por el operador o se haya llegado a la fecha y plazo definida en la tarea.

Las tareas de ocupación pueden ejecutarse en el PLANO SECUNDARIO, o sea que continúan operando mientras se eligen y activan otras tareas. Ello tiene suma importancia porque generalmente la mediciones de ocupación se realizan durante largos periodos de tiempo.

Las misiones de OCUPACION DE FRECUENCIA definen las frecuencias específicas para la tarea de ocupación. Esta determina el porcentaje de tiempo de operación de una frecuencia en el aire.

3.5.7 Administración

Esta pantalla tiene dos usos: Configuración del sistema y BIT (prueba de verificación incorporada).

Configuración del sistema:

Durante la operación normal, todos los instrumentos están instalados en los bastidores y conectados al sistema. La pantalla muestra todos los equipos relevantes al grupo de la estación fija o unidad móvil. Una señal en la pequeña casilla de control próxima a cada imagen indica que la configuración es tal que todos los equipos están conectados. Sin embargo, si fuera necesario retirar un instrumento, usted puede reconfigurar el sistema, para que la computadora tenga conocimiento que un instrumento ha sido retirado. Esto se logra pulsando en la pequeña casilla de control. Al pulsar nuevamente se reconocerá el instrumento.

El retiro de los instrumentos del sistema significa obviamente que una o más funciones se verán afectadas, y no le será posible operar el sistema a pleno. Por ejemplo: si se retira el receptor de exploración, no pueden efectuarse tareas de monitoreo aún cuando la definición de misiones, impresión de informes, etc., es todavía posible. Si se retira el analizador de espectro, en este caso sólo las tareas de ocupación y grabación de audio pueden efectuarse.

Configuración de antenas

Pulsando el botón de antenas se permite la selección o deselección de antenas. Se listan los grupos disponibles de antena y una presión en la casilla de control asociada permite la selección o de una antena. Cada antena es descrita indicando la gama de frecuencias y polarización.

BIT

El BIT es la rutina de verificación incorporada del sistema. Al conectar el sistema, el BIT es llevado a cabo automáticamente antes de aparecer la pantalla principal. En el caso de que el operador piense que el equipo instalado tiene algún problema o ha recibido un mensaje de error que sugiere falla del mismo, se puede ejecutar un BIT (Built In Test) desde esa pantalla.

Una "paloma" verde o un "tache" rojo indica el estado de operativo de los instrumentos después del último BIT. Pulsando cualquier instrumento, la prueba se efectuará en ese

instrumento, y los resultados indicados por una cruz o señal. También se pueden probar todos los instrumentos a la vez pulsando PROBAR TODO.

Lista de operadores

Esta pantalla permite el agregado, cambio y eliminación de operadores autorizados para operar el sistema y sus claves de acceso correspondientes. El nombre del operador y la contraseña le otorga acceso al sistema por medio de la pantalla de ingreso al operador. La prioridad limita las posibilidades del operador. Son dos niveles de prioridad:

- Alta: El supervisor (generalmente el jefe de la estación) tiene acceso al todo el sistema y puede agregar y editar en la base de datos y en esta pantalla de operadores del sistema.
- Baja: El operador se limita solamente a operar el sistema. Cambios a nivel de contraseña sólo pueden ser efectuados por un operador de alto nivel.

Parámetros del sistema

NUMERO DE IDENTIFICACION DE ESTACION: Selecciona las ubicación y grupo de la estación y le asigna un número de identificación (ID). Al oprimir la flecha se exhiben las opciones disponibles. Esta operación debe ser efectuada una vez por estación cuando se da de alta el programa de operación.

ENCENDIDO REMOTO: Esta opción le permitirá seleccionar el modo implícito de operación al encender la estación. Si se selecciona, al encenderse la estación estará en modo de control remoto; de otra manera deberá ser operada en el modo de operador.

Esta opción está implementada para estaciones fijas ya que están conectadas por medio de línea privada con el centro de control, sin embargo como la unidad móvil no tiene conexión física con el centro de control no puede ser controlada remotamente por éste y esta opción se encuentra inhabilitada en el programa de operación de la unidad móvil.

Base de datos

EL NOMBRE DE LA BASE DE DATOS LOCAL es el nombre de la base local de datos usada en la estación. **EL NOMBRE DE LA BASE DE DATOS CENTRAL** es el nombre de la base de datos del centro de control. Estos nombres se usan al transferir datos hacia el Centro de Control y desde él. Esta información es solamente para uso del proveedor del sistema y solo puede ser modificado por él.

Cables

La medición de intensidad de campo se define como la intensidad de la señal medida en la antena del receptor. Puesto que el instrumento de medición se halla en el equipo, se debe

compensar cualquier ganancia o pérdida debida a la antena, los cables y el selector de antena. El programa de operación se ocupa automáticamente de ello. Sin embargo es posible que los cables entre las diversas antenas y el selector de antenas tengan longitudes ligeramente diferentes a las implícitas y esta pantalla permite la edición de las longitudes de cable. La primera columna de cables se refiere al que se halla entre la antena y el panel de conexión externo, la segunda columna de cables se refiere al cable que se halla entre el panel de conexión externo y el selector de la antena.

Factores

Tal y como se explica en el párrafo de cables, para la medición de intensidad de campo se deben tomar en cuenta las pérdidas o ganancias entre la antena receptora y el instrumento de medición. Estos factores ya han sido compensados para el uso de un algoritmo del programa de operación; no obstante, es posible que los valores implícitos usados en algoritmo cambien con el tiempo. Esta pantalla lo habilitará para ingresar factores de corrección actualizados, a fin de asegurar una medición continua de y precisa de la intensidad de campo. Puesto que las pérdidas y ganancias del sistema son sensibles a la frecuencia, y los cambios en el tiempo no necesariamente tienen efecto sobre todas las frecuencias a la vez, la pantalla habilita el ingreso de factores de corrección actualizados para frecuencias discretas en la gama de frecuencia. La unidad de los factores es dB; hay una columna para los factores de corrección con el amplificador encendido y apagado. El valor a ingresar (en dBm) es la diferencia entre el resultado de la intensidad de campo medida y la verdadera intensidad de campo, medida por un método preciso e independiente en la misma ubicación de la antena receptora.

Pruebas Vivas (ALIVE TESTS)

Esta prueba controla la comunicación entre la computadora principal y el controlador de equipos. La información obtenida es para uso del proveedor del sistema.

Control Remoto (REMOTE)

Esta pantalla lo habilitará para ajustar la estación de trabajo bajo control del Centro de Control, o para hacer regresar la estación al modo local (con operador) de operación. Esto puede ser necesario si el centro de control desea hacerse cargo de la estación normalmente bajo su control. El operador del centro de control le enviará un mensaje solicitando su control; el operador deberá poner la estación en control remoto, cuando la operación remota concluye, el operador deberá poner su estación nuevamente en control remoto.

Esta acción está inhabilitada en la unidad móvil debido a que no tiene conexión física con el centro de control.

Disposición del Reloj (SET TIMMER)

Esta opción ajusta el reloj interno del controlador de equipo con el de la computadora principal. La operación se realiza automáticamente al encender el sistema y no será necesaria durante la operación normal del mismo.

3.5.8 Reportes

Esta opción permite el despliegue en pantalla y la posterior impresión de los resultados de todas las actividades desempeñadas por la estación. Al pulsar esta opción el menú es el siguiente:

MONITOREO DE BANDA
MEDICIÓN DE DF
RESULTADOS DE FIX
MEDICIONES DE INTENSIDAD DE CAMPO
MONITOREO DE FRECUENCIA
MONITOREO GMDSS
MEDICIÓN DE INTERMODULACIÓN.
MEDICION DE RUIDO
OCUPACION
REGISTRO DE GRABACIÓN

Esta opción cuenta con filtros para seleccionar los resultados de las misiones seleccionadas por fecha o por frecuencia y puede elegirse entre la presentación por tabla o por gráfica.

3.5.9. Correo electrónico

Esta opción sirve para transmitir mensajes entre los operadores de las estaciones fijas por medio de la computadora principal. La unidad móvil no esta conectada a red de estaciones fijas, por lo que esta opción no está habilitada en la unidad móvil

DESCRIPCIÓN DE OPERACIÓN DE LA UNIDAD MÓVIL DE RADIOMONITOREO TIPO D0

4.1 Introducción

Estos procedimientos de operación han sido desarrollados en la estación radiomonitora México durante 1996. Antes de esta fecha solo existía el manual de "estaciones radiomonitoras de la SCT" el cual data de 1982 y que estaba dedicado a la operación de estaciones fijas. Para las estaciones móviles no se contaba con ningún manual de procedimientos ya que de 1982 a la fecha sólo se habían contado con muy pocas unidades móviles, las cuales fueron adquiridas en diferentes fechas y eran de diferentes tipos. Estas unidades estuvieron concentradas en el Distrito Federal, por lo que el personal asignado a ellas fue muy reducido, esto aunado a que estas estaciones solo contaban con equipo de radiogoniometría hizo que no se considerara necesario la creación de una guía de operación. Por lo anterior podemos decir que al momento de realizar esta guía, gran parte del trabajo de radiomonitoring se realizaba de manera empírica y no existen procedimientos establecidos de manera general en toda la RNR para unidades móviles. De hecho es esta situación lo que dio lugar a la presente guía de operación.

El equipo de monitoreo esta diseñado para operarse directamente con la computadora principal usando el programa de operación instalado, pero para prevenir una falla en el monitor o en la computadora principal, o para que un segundo operador pueda utilizar el equipo que no esté utilizando la computadora principal se han propuesto dos procedimientos, uno usando el programa de operación y otro operando el equipo de manera manual. El uso de ambos procedimientos ha demostrado dar mayor confianza al operador al disponer de opciones para desarrollar su trabajo.

En este capítulo se expondrán de manera general los procedimientos propuestos para una rápida comprensión y en el apéndice 1 se expondrán paso por paso los procedimientos tanto manuales como usando el programa de operación para su aplicación directa en el equipo.

4.2 Radiogoniometría

La radiogoniometría es la medición del ángulo de llegada de una señal desde diferentes posiciones con el fin de determinar la localización de un emisor. El procedimiento de

localización de emisores mediante el método de radiogoniometría implica la medición de ángulos de llegada de una señal desde diferentes puntos geográficos considerando la referencia del norte magnético y la posición en que se encuentra la unidad móvil para formar lo que se llama una marcación (conjunto de lecturas de posición geográfica y ángulo de llegada de la señal) que pueden ser trazados sobre un mapa para la localización de un emisor interferente. Otro procedimiento adicional de radiogoniometría consiste en dirigir a la unidad móvil en movimiento directamente a la fuente emisora. Estos procedimientos se describen detalladamente en el apéndice 1.

4.3 Operación general de la unidad móvil

El equipo instalado en la unidad móvil no es en general un equipo difícil de operar, sin embargo, la diversidad de los equipos instalados y las diferentes actividades a realizar pueden abrumar al operador. En el apéndice 1 se muestran los procedimientos para llevar a cabo cada tarea que puede realizarse en la unidad móvil, pero hay que tener en cuenta que una sesión de monitoreo ordinaria frecuentemente requiere el uso combinado de varios de los procedimientos que se mencionan en el apéndice 1

La unidad móvil es un conjunto de equipos de monitoreo que pueden ser controlados por computadora o de manera manual y que están montados sobre un vehículo para operar de manera autónoma.

Para que estos equipos puedan funcionar, la unidad móvil debe de disponer de un sistema de alimentación de energía, por lo que en la unidad móvil D0 de la SCT, se dispone de tres opciones, por medio de un motogenerador para su operación normal, por medio del motor del vehículo (que alimenta a un banco de baterías conectado a un convertidor de CC a CA), y con la unidad móvil estacionada puede usarse una conexión a la red pública de 120V. En el apéndice 1 se listan los procedimientos para los tres tipos de fuente de alimentación de energía.

Para llevar a cabo el monitoreo de señales, se debe disponer de un sistema de recepción compuesto por antena y receptor. Este sistema sería muy simple si se tratara monitorear señales en una relativamente estrecha banda de frecuencias, que estas señales solo tuvieran un tipo de modulación y que fueran transmitidas con una sola polaridad, pero no es así, el sistema de recepción debe operar en un rango de 20Khz a 2GHz, por lo que es necesario utilizar dos receptores, uno para rango alto (VHF-UHF) y otro para rango bajo (LF-MF-HF) llamados receptores de escucha que sirven para monitorear de manera auditiva las señales seleccionadas.

Otro problema que hace más complicado al sistema de recepción es la modulación de la señal. Esto hace necesario que los receptores sean capaces de recibir señales con diversos tipos de modulación. En la unidad móvil D0 existe un dispositivo llamado clasificador de señales que es utilizado cuando el equipo es controlado por medio de computadora. Este

dispositivo tiene como función asistir al operador identificando el tipo de modulación de la señal y disponiendo a los receptores de escucha con la modulación indicada. Además de esto, el clasificador de señal proporciona un ajuste de frecuencia a los receptores de escucha para obtener una mejor calidad de (sonido) audio.

El tercer problema que se tiene para monitorear señales, es que para recibir señales con diferente polarización son necesarias antenas con polarización vertical y horizontal, además de que las antenas presentan el mismo problema que los receptores al tener una banda limitada de operación. Por lo tanto, también son necesarias antenas para diferentes rangos de operación. En la unidad móvil de radiomonitorio D0 se cuenta con seis antenas de radiomonitorio, dos para V/UHF (una con polarización horizontal y otra vertical) y dos para LF-MF-HF (una con polarización horizontal y otra vertical), estas cuatro antenas son omnidireccionales, las dos antenas restantes son dos antenas logarítmicas periódicas montadas sobre una misma estructura, una de ellas es vertical y la otra es horizontal. Aunque este par de antenas puede recibir señales en todo el rango de operación de la unidad móvil, hay que tener en cuenta que son del tipo direccional, es decir, la antena debe estar orientada hacia la fuente emisora para tener una buena recepción de señal. La selección de la antena a utilizar involucra a otro dispositivo llamado selector de antenas, por medio de este dispositivo se conecta la antena deseada al receptor que se requiera desde una pequeña botonera o por medio de la computadora.

Una vez que se tiene recepción de la señal, lo que se puede hacer con ella es escucharla, grabarla en cinta o medir sus parámetros. Para escucharla, se tienen los receptores de escucha que ya se mencionaron, para grabar la señal se dispone de una grabadora de cinta de 8 canales. es decir, esta es una grabadora que puede grabar simultáneamente en 8 pistas diferentes sobre una cinta común. Cada canal de esta grabadora puede estar conectado a un receptor diferente aunque en la estación móvil solamente se usan cuatro de los 8 posibles (en las estaciones fijas se tiene instalada esta misma grabadora y se utilizan 5 de los 8 canales disponibles). Los cuatro canales conectados a la grabadora están destinados a grabar el audio de los dos receptores de escucha, del receptor de rastreo que se mencionará más adelante y de un micrófono. El micrófono tiene como función la de grabar las indicaciones del operador para identificar las grabaciones que se están llevando a cabo en otros canales.

La medición de los parámetros de las señales se lleva a cabo mediante un analizador de espectro que se comporta como otro receptor en el selector de antenas.

Todos los dispositivos de monitoreo de señales instalados pueden ser operados manualmente, pero esto puede introducir confusiones como por ejemplo que la señal que se recibe en receptor de escucha sea fuerte y clara, mientras que en el analizador de espectro la señal se reciba con una intensidad muy baja. Lo anterior se puede deber a que el receptor de escucha está conectado a una antena diferente al del analizador de espectro. Los problemas de operación más frecuentes están relacionados con que el operador debe seleccionar la antena, el ancho de banda esperado y el tipo de modulación para cada frecuencia en el receptor de escucha correspondiente y en el analizador de espectro, El problema no sería muy grande si solo se tuviese que monitorear pocas frecuencias, pero si el número de

frecuencias se incrementa, puede introducirse una carga de trabajo muy grande al operador con muchas probabilidades de error. Es por esto que el sistema puede ser controlado por computadora, y por medio de esta, se introducen las frecuencias a monitorear en una base de datos en la cual se deben introducir las frecuencias a monitorear con sus datos respectivos en la computadora mientras que el programa de operación informará al operador en caso de que algún dato importante para el monitoreo sea omitido. Las frecuencias a monitorear pueden ser seleccionadas de manera individual o en grupo para su monitoreo secuencial. De esta manera la operación de monitoreo se podrá realizar de manera automática o semiautomática según lo decida el operador o, de acuerdo al criterio del operador, podrá utilizarse el equipo de manera manual.

Para que la computadora seleccione las frecuencias a monitorear, se dispone de un tercer receptor llamado receptor de rastreo, el cual tiene como función sintonizarse a la frecuencia indicada por la computadora y enviar la señal de audio al clasificador de señales localizado dentro de la computadora, este analiza la modulación de la señal y realiza una primera aproximación de la frecuencia real de la señal, para después, con estos datos, sintonizar correctamente el receptor de escucha correspondiente y el analizador de espectro. De esta manera, al ser seleccionada una frecuencia en la computadora, automáticamente se sintoniza el receptor de escucha correspondiente, el analizador de espectro con el ancho de banda adecuado, y la antena seleccionada, teniendo el operador en ese momento una referencia aditiva en el receptor de escucha, una referencia visual en la pantalla del analizador de espectro y teniendo a su disposición las diferentes opciones de medición y/o grabación disponibles en la pantalla de la computadora.

La base de datos de la computadora permite almacenar las frecuencias para volver a utilizarse cuando se requieran o eliminarse. También permite guardar resultados de mediciones e imprimirlos.

Además de la recepción de señales para su escucha y medición de parámetros, se dispone de dos sistemas de radiogoniometría que sólo pueden ser operados a través de la computadora. Estos sistemas de radiogoniometría miden el ángulo de llegada de una señal con respecto al norte geográfico o con respecto al frente del vehículo según sea el tipo de operación elegido (ver "Radiogoniometría", apéndice 1). Uno de estos sistemas funciona midiendo la diferencia de amplitud de la señal recibida en dos planos de antenas, el otro funciona midiendo la diferencia de fase de la señal recibida en un punto fijo y en una antena rotatoria (simulada electrónicamente). El sistema que utiliza el principio de diferencia de fase se utiliza para el rango de V/UHF y el que mide amplitud se usa para el rango de HF. Cada uno de estos sistemas está compuesto de un arreglo de antenas situado en el techo del vehículo y un receptor que permite escuchar la señal, es decir cada uno tienen su receptor de escucha (receptores de DF). Para complementar los sistemas de radiogoniometría se dispone de una brújula electrónica y de un sistema GPS (sistema de posicionamiento global), el primero tiene la función de proporcionar la referencia del norte magnético para la medición de los ángulos de llegada de la señal y el GPS para proporcionar las coordenadas de la ubicación de la unidad móvil con el fin de que puedan trazarse sobre mapas y así poder determinar la localización de un emisor.

Aunque actualmente no se encuentra dentro de las funciones de la RNR el monitoreo de parámetros de televisión, se realizan de manera rutinaria la verificación de desviación de frecuencia de las portadoras de video y audio. También se puede realizar la medición de parámetros de video (si este servicio es solicitado por la SCT o alguna empresa privada) ya que se cuenta con un receptor de televisión y un analizador de video.

4.4 Despliegue y emplazamiento de la unidad móvil.

Los procedimientos de despliegue y emplazamiento de la unidad móvil sobre el terreno para el uso operativo de los diferentes subsistemas se dividen en 4 partes:

- Lista de verificación previa. Esta tiene como propósito evitar cualquier posible contratiempo que pueda limitar o impedir el correcto y puntual cumplimiento de una orden de monitoreo. En esta lista propone la revisión de los suministros necesarios y una verificación de los componentes de las antenas y accesorios para comprobar si están completos y en perfecto estado, de esta manera se evitarán retrasos y se deslindarán responsabilidades en caso de presentarse alguna irregularidad
- Punto de despliegue. En esta sección, más que un procedimiento son una serie de recomendaciones, que principalmente proponen que se elija un lugar plano y despejado, también se exponen algunas consideraciones de seguridad.
- Almacenamiento de las antenas de monitoreo. Esta sección describe los dos compartimentos donde se guardan las antenas y que antenas se deben guardar en cada uno.
- Instalación de las antenas de monitoreo. Esta sección inicia con las consideraciones de seguridad que deben tomarse en cuenta para la instalación de las antenas, haciendo hincapié en el peligro que representan las líneas de transmisión de energía eléctrica cuando se izan las antenas por medio del sistema neumático y establece el orden en que deben ser armados los arreglos de antenas para evitar que las antenas armadas estorben en el armado de las antenas subsecuentes. También se mencionan las consideraciones que deben tomarse en cuenta al conectar los cables de las antenas y describe como poner a tierra el sistema. Después de estas consideraciones se lista el procedimiento de instalación de cada arreglo de antenas. El procedimiento de armado de cada arreglo de antena está precedido de una breve descripción de las antenas y de las partes que la componen.

El procedimiento paso a paso se lista en el apéndice 1.

4.5 Opciones de arranque del sistema de alimentación de las unidades móviles

Considerando la naturaleza de las unidades móviles, son varias las opciones para el suministro de energía eléctrica que el operador tiene a su disposición y son las siguientes:

- Conexión a la red pública de 120V. Esta opción es usada con la unidad móvil estacionada y es útil cuando se requiera que la unidad móvil trabaje como unidad fija en alguna población donde no se cuente con la cobertura de recepción de ninguna estación fija o cuando se requiera apoyar a una estación fija proporcionando mayor capacidad de monitoreo.
- Operación usando el motogenerador de abordo. Esta es la principal forma de alimentación, este motogenerador es independiente del motor del vehículo y suministra la energía necesaria para la operación de todos los equipos de monitoreo instalados sin importar si el vehículo está estacionado o en movimiento.
- Operación con un convertidor CC/CA. Esta opción puede usarse con la unidad móvil estacionada o en movimiento, pero solamente suministra la alimentación del equipo de Radiogoniometría. Esta es una opción de emergencia que ha de utilizarse cuando se presente una descompostura en el motogenerador o en caso de que se termine el combustible. En este caso, el motor del vehículo se utiliza para cargar a un banco de baterías que suministra corriente directa a un convertidor de corriente (por esta razón el motor del vehículo deberá estar todo el tiempo funcionando), este convertidor transforma la corriente directa de las baterías a corriente alterna para la alimentación del equipo de radiogoniometría. Como el suministro de energía es menor cuando se utiliza el convertidor que cuando se utiliza el motogenerador, solamente recibe energía el equipo de radiogoniometría y el resto del equipo permanecerá apagado, incluyendo el aire acondicionado. Para mantener el equipo a una temperatura apropiada, un ventilador se enciende al ser seleccionada la operación del convertidor en el tablero de distribución.

El equipo de distribución de carga está instalado para seguir una secuencia de arriba hacia abajo cuando se va a arrancar el equipo. Primero se encuentran los módulos de encendido del convertidor y del motogenerador y deberá comenzarse encendiendo alguno de estos dos, según sea la opción que se haya elegido. Si se eligió la conexión con la red pública de 120 V, deberá omitirse el encendido de estos dos equipos.

A continuación se encuentra la caja de distribución principal con una perilla para seleccionar la fuente de alimentación y un indicador de voltaje para asegurarse de que la alimentación es estable a 120 V antes de continuar, después viene el selector de refrigeración (aire acondicionado o ventilador) y finalmente los conmutadores no regulados

para el compresor de aire del mástil, el servicio de contactos, el aire acondicionado, y el sistema sin corte UPS. A un lado de los conmutadores no regulados se encuentran cuatro conmutadores regulados (estos están conectados al sistema de alimentación sin cortes), que controlan la operación del equipo de monitoreo instalado en tres bastidores (existe un conmutador para cada bastidor), el cuarto controla la operación del equipo de radiogoniometría.

Existe además un selector que sirve para seleccionar la fuente de alimentación del equipo de radiogoniometría (Sistema sin cortes o convertidor de CC/CA)

El procedimiento paso a paso se lista en el apéndice 1.

4.6 Procedimiento de escucha

La tarea más común en el radiomonitorio de frecuencias es el escuchar la información contenida en las transmisiones. Aunque la señal transmitida no sea de voz, existen algunos servicios que tienen un sonido o tono característico al escucharse en un receptor. Cuando se trata de señales de voz, en ocasiones es posible identificar a los usuarios de acuerdo a la información contenida en sus transmisiones y de esta manera verificar si se trata de un emisor no autorizado.

El procedimiento y las condiciones de operación se listan en el apéndice 1

4.7 Medición de parámetros

4.7.1 Medición de frecuencia

La medición de frecuencia es muy importante para mantener el orden establecido para el uso del espectro radioeléctrico, y el procedimiento consiste en verificar que los usuarios operen en los canales fijados para cada banda de frecuencias y servicios. El reglamento internacional de Radiocomunicación publicado por el CCIR es la norma que se utiliza México para la asignación de canales de frecuencias y sus respectivas tolerancias de desviación, así que el procedimiento consiste en medir la frecuencia con analizador de espectro y obtener la desviación de la frecuencia real con respecto a la frecuencia asignada para finalmente verificar que es menor a las tolerancias máximas permitidas. Si no es así deberá expresarse claramente esta anomalía en el reporte de monitoreo correspondiente para su sanción por parte del personal de inspección.

4.7.2 Medición de ancho de banda

La medición de ancho de banda tiene como objetivo verificar que el ancho de banda de la señal transmitida no rebase el ancho de banda autorizado. El procedimiento asociado con esta medición será medir el ancho de banda de la señal con el analizador de espectro y compararlo con el ancho de banda autorizado (en el apéndice 2 se muestran los anchos de banda para los distintos servicios y rangos de frecuencias). Hay que tener en cuenta que cuando se trate de estaciones de radiodifusión comercial, esta medición deberá hacerse cuando se esté transmitiendo música ya que es cuando se presenta el mayor ancho de banda.

4.7.3 Medición de intensidad de campo magnético.

Esta medición consiste en medir el valor de cresta de la señal en el analizador de espectro y es utilizada para verificar que las estaciones no excedan los niveles de potencia permitidos.

La intensidad de campo de una señal no es constante, varia a cada momento, por lo que una medición precisa debe obtenerse al promediarse varias mediciones.

4.7.4 Ocupación del espectro.

La medición del grado de ocupación del espectro sirve para saber el tiempo al aire de las estaciones y para verificar sus horarios de operación. El procedimiento para activar esta función básicamente consiste en activarla en el programa de operación. Sin embargo existen algunas consideraciones que deben tomarse en cuenta al analizar los resultados arrojados por esta medición. Dichas consideraciones y otros propósitos posibles de esta medición se exponen en el apéndice I.

4.7.5. Medición de ruido

La medición de ruido se lleva a cabo para ajustar receptores y para llevar a cabo esta medición, esta debe activarse en el programa de operación. El procedimiento para llevar a cabo esta medición se presenta en el apéndice I.

4.7.6 Mediciones de profundidad/porcentaje de modulación

Los resultados de estas mediciones permiten determinar si una señal está sobremodulada. La importancia de esta medición radica en que si la señal se encuentra sobremodulada, podrían generarse emisiones armónicas que podrían interferir con otros usuarios. El procedimiento que se lista en el apéndice I

4.7.7 Medición de parámetros de Televisión

Los parámetros normales de televisión que conciernen a la gestión del espectro radioeléctrico son la intensidad de portadoras de audio y video, sus desviaciones de frecuencia y la diferencia de frecuencia entre estas. Sin embargo la unidad móvil dispone de un analizador de video que puede realizar la medición de 25 parámetros de calidad de video. Los procedimientos de medición se describen en el apéndice I.

4.8 Emisiones no esenciales

Las emisiones no esenciales son señales producidas por una estación fuera del ancho de banda autorizado y cuyo nivel puede reducirse sin alterar la información correspondientes. Los procedimientos propuestos en el apéndice I son principalmente para localizar la señal que produce estas emisiones y fueron desarrollados de manera empírica.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

4.9 Reportes

Para un mejor manejo de la información obtenida, se propone la información básica que debe recabarse en los reportes de monitoreo y se sugiere la implementación de una bitácora de operación de la unidad móvil para reportar fallas en el equipo y dar seguimiento diario a las operaciones de monitoreo.

SUGERENCIAS PARA UNIDADES MÓVILES DE RADIOMONITOREO

5.1 Ventajas y desventajas de las unidades móviles tipo D0

5.1.1 Ventajas

La principal ventaja de las unidades móviles D0 consiste en la integración de los dispositivos de monitoreo, como son el analizador de espectro, los receptores, la grabadora, el selector de antenas, etc. con las computadoras digitales ya que éstas facilitan la labor del operador al realizar de manera automática el ajuste de los diferentes dispositivos, al mismo tiempo que pone a su disposición los beneficios comunes de las computadoras como son las bases de datos de tareas preprogramadas, impresión y almacenamiento de resultados y presentaciones gráficas de apoyo a las mediciones.

Otra de las ventajas de las unidades móviles D0 con respecto a los equipos anteriores con que había contado la S.C.T., es que integra el equipo necesario para realizar todas las funciones que se realizan en la estaciones fijas además de las funciones propias de las unidades móviles, por lo que constituirán el complemento ideal para las estaciones fijas,

También debe mencionarse que casi todo el equipo instalado en las unidades móviles es el mismo que el está instalado en las estaciones fijas, difiriendo principalmente en algunos parámetros del programa de operación. Esta estandarización del equipo permitirá un suministro de refacciones y servicios de mantenimiento permitiendo además el intercambio de equipos entre la unidad móvil y su estación regional para fines de prueba

La capacidad de operación de los equipos tanto manualmente como por programa de operación permitirá hacer frente a las fallas inesperadas en equipo de computo así como usar el equipo que de momento no sea requerido por el programa de ocupación de manera manual permitiendo a más de un operador usar el equipo simultáneamente.

Por último cabe mencionar que los sistemas redundantes de alimentación de potencia de la estación le dan la versatilidad para operar como unidad móvil y también como estación fija en lugares donde sea requerido disminuyendo sus costos de operación por medio de su conexión a la red pública de 120 V.

5.1.2 Desventajas

La desventaja principal de las unidades móviles D0 es su velocidad de medición, ya que el equipo requiere una señal estable de algunos segundos (aproximadamente 7 u 8) para realizar una lectura, lo cual no es suficiente cuando se trata de usuarios que están al aire durante cortos periodos de tiempo.

La desventaja más notoria tiene que ver con su costo de operación, ya que el sistema de alimentación de energía principal es el motogenerador, el cual está diseñado para proporcionar energía eléctrica a todo el equipo de la estación funcionando, y para esto se requiere de un motor que consume grandes cantidades de combustible, a esto se le debe aumentar el consumo de combustible del motor del vehículo que transporta una carga total de 4.5 toneladas.

Otras desventajas menores tienen que ver con el peso y el tamaño, ya que su altura de 3.5 m la hace inaccesible en algunas calles de la provincia a causa de la baja altura de los cables de electricidad además de que esta altura hace difícil su resguardo bajo techo, exponiendo el equipo instalado en el toldo a deterioros provocados por estar a la intemperie. En cuanto al peso, si bien la carga del equipo montado sobre el chasis del vehículo es menor que la recomendada por el fabricante, el vehículo tiene dificultades en pendientes muy pronunciadas y en terrenos fangosos.

5.2 Sugerencias

De acuerdo con las ventajas de desventajas expuestas en los párrafos anteriores sobre la configuración usada en las unidades móviles D0 se presentan las siguientes sugerencias:

- Como se ha mencionado, la desventaja principal del sistema es que requiere de relativamente mucho tiempo para realizar la medición de parámetros, lo cual hace muy difícil la identificación de usuarios que están poco tiempo al aire. Esta demora esta distribuida entre varios de los componentes del sistema (receptor de rastreo, analizador de espectro, sistemas RG, velocidad de procesamiento de las computadoras y la eficiencia del programa de operación), por lo cual sería muy difícil emitir especificaciones para cada equipo que garantizaran una mayor velocidad de operación. Por lo anterior se sugiere que para futuras adquisiciones o actualizaciones del sistema, la especificaciones se emitan en función de la duración de las señales a ser medidas. De manera empírica se propone que los sistemas de monitoreo deberán ser capaces de medir señales con duración de 1.5 segundos o menos al aire.

- Las unidades móviles D0 están diseñadas tanto para cumplir todas las funciones que se realizan en las estaciones fijas, funcionando como una estación fija de manera temporal, como para cumplir con las funciones de una unidad móvil (misiones de RG en movimiento y mediciones de parámetros en sitio). Esto les da una gran versatilidad, pero al mismo tiempo incrementa su costo de adquisición, su costo de operación y su peso la limita en terrenos difíciles. Por lo que se propone que para aumentar la cobertura de las unidades móviles, las futuras unidades sean de un diseño más simple y ligero, dividiéndose en dos tipos de estaciones: unas que cumplan sólo tareas de mediciones de parámetros y otras sólo tareas de mediciones de parámetros. Esta simplificación resultaría en equipos menos costosos y de operación más económica. Mientras que las unidades móviles D0 se emplearía para los casos que requieran mayor capacidad de monitoreo, como estación fija en lugares donde no existe una, o para coordinar la operación de las estaciones menos complejas.

- La función de registro del grado de ocupación del espectro, o simplemente función de ocupación, es una herramienta de la que no se disponía en los equipos anteriores de la Red Nacional de Radio Monitoreo, y ha probado ser una herramienta muy eficaz para conocer los patrones de operación de estaciones no autorizadas para su futura localización además de apoyar a las funciones de radiomonitoreo. Sin embargo, durante las pruebas realizadas, se observó que la confiabilidad de las lecturas de ocupación decrecía cuando se realizaban otras funciones de medición simultáneamente. Esto se debe a que aunque el programa de programa de operación está diseñado para que la medición de ocupación se realice en el segundo plano del ambiente de Windows, mientras, que simultáneamente se realizan las mediciones de parámetros en el primer plano. El problema es que el sistema usa el mismo receptor tanto para la ocupación como para la localización de las frecuencias a medir, y esto implica que cada vez que el sistema ordena la localización de una frecuencia, el receptor de rastreo debe interrumpir la ocupación para localizar a la frecuencia solicitada, y una vez que deja de ser requerido, continua con el registro de ocupación. Por lo anterior, el número de muestras tomadas para la ocupación puede variar mucho dependiendo de cuantas veces sea requerido en receptor de rastreo. Aunque la medición puede usarse ya que el sistema indica cuantas muestras fueron tomadas para obtener el promedio, se sugiere que exista un receptor de rastreo independiente para la función de ocupación para que de esta manera, la lectura de ocupación pueda considerarse como real bajo cualquier condición de operación.

- El sistema no cuenta con la opción de imprimir la pantalla del analizador de espectro, siendo que en el equipo anterior de las estaciones fijas se contaba con un graficador para obtener la gráfica de la señal con fines de análisis. El analizador de espectro instalado cuenta con esta función a través de su interface con la PC (que a su vez tiene conexión con la impresora), pero no está implementada en el programa de operación programa de operación. Por lo cual se recomendaría que se solicitara al fabricante el desarrollo de esta aplicación.

- La grabadora cuenta con la capacidad de localizar grabaciones a través de su contador de tiempo pero no está implementada en el programa de operación, ni tampoco se cuenta en el registro de grabación con el campo dedicado a la lectura del contador. Por lo cual se recomendaría que se solicitara al fabricante el desarrollo de esta aplicación.
- El rango de operación de las estaciones fijas tanto en monitoreo como en radiogoniometría se estableció hasta 2 GHz (lo cual es el doble de lo que establece el CCIR para una estación de radiomonitorio estándar) debido a que casi la totalidad de los servicios omnidireccionales, se encuentran abajo de esta frecuencia. Los servicios arriba de esta frecuencia tienden a ser del tipo direccional, por lo cual sería muy difícil que una estación fija pudiera captarlos, por otro lado, no sucede lo mismo con las unidades móviles, ya que estas podrían desplazarse a los lugares donde es resentida la interferencia para realizar sus funciones de radiomonitorio. El equipo instalado en las unidades móviles conservan el mismo rango de operación (10 kHz - 2 GHz) debido a que utilizan el mismo que se encuentra instalado en las estaciones fijas con el fin de facilitar su operación y mantenimiento. Tomando en cuenta que la mayoría de los problemas se presentan dentro del rango de operación de la estación, podría no ser adecuado realizar modificaciones a las unidades móviles en este sentido (incremento de rango de operación), ya que también hay que tomar en cuenta que en zonas urbanas, las antenas de enlaces de microondas se encuentran ubicadas sobre las azoteas de los edificios y una operación desde el suelo podría no ser de utilidad, por lo tanto se recomienda la adquisición de equipo portátil con el mayor rango de operación posible (tomando en cuenta que las últimas asignaciones están alrededor de 23 GHz) para complementar la operación de las unidades móviles.
- Para finalizar, se recomienda una reunión anual entre los operadores de unidades móviles con el fin de actualizar esta guía de operación

Conclusiones:

El presente trabajo se realizó en colaboración con los operadores de la Estación Radiomonitora México y Centro de Control de la Red Nacional de Radiomonitorio principalmente durante el periodo en que se realizaron las pruebas de aceptación de red, ya que durante este periodo, se verificó la operación de todos los equipos instalados y se propuso el desarrollo de procedimientos encaminados a un mejor aprovechamiento de los nuevos recursos.

Durante las pruebas de aceptación fue notado que varias estaciones que se encuentran en regiones remotas experimentaban la ausencia de personal especializado además de que la apertura de nuevas estaciones requirió de personal de nuevo ingreso. Esto aunado a que el equipo nuevo incorpora opciones automáticas controladas por programa de operación que difieren mucho de los equipos de operación manual con los que contaba anteriormente la red. han provocado un retraso para la entrada en operación del nuevo equipo. Es por esto que se hizo necesaria una guía de operación que mezclara los conceptos básicos de radiomonitorio con la operación específica del equipo.

Tomando en cuenta que el equipo operará por lo menos durante los próximos 10 años y la enorme inversión realizada, se justificó la realización de esta guía así como la realización de otras obras que se realizan actualmente para la Red Nacional de Radiomonitorio.

La actual guía se realizó tratando de dar una visión completa de la Red de Radiomonitorio con el fin de concientizar a los operadores de la importancia de las estaciones móviles como medios de enlace y cooperación entre todas las estaciones de la red.

En este momento la S.C.T cuenta con una red de radiomonitorio que abarca todo el territorio nacional y dotada con las instalaciones necesarias y equipamiento moderno de reciente adquisición, que cumplen ampliamente con las disposiciones internacionales de los organismos correspondientes por lo cual se espera un gran incremento en su capacidad operativa.

Debe tomarse en cuenta que gran parte de los procedimientos se realizaron en condiciones de prueba ideales, por lo que es de esperarse que los operadores se enfrenten a situaciones que no han sido contempladas en el presente escrito por lo que los procedimientos propuestos y la información general contenida en esta guía deberán ser validados en el campo operativo por los operadores y estos, a su vez, (tal y como se sugiere en el capítulo anterior) deberán reunirse periódicamente para actualizarla y enriquecerla con su experiencia.

Para finalizar el presente escrito, se hace una atenta invitación a los operadores de la red a presentar sugerencias y propuestas para la actualización y el mejoramiento de esta guía de operación.

APENDICE 1

PROCEDIMIENTOS PROPUESTOS Y CONSIDERACIONES DE OPERACIÓN

Apéndice 1

PROCEDIMIENTOS PROPUESTOS DE OPERACION

A1-- 1 Procedimientos de despliegue y emplazamiento de la unidad móvil.

Objetivo: establecer los lineamientos generales de seguridad y de operación relacionados con de despliegue de la unidad móvil sobre el terreno para el uso operativo de los diferentes subsistemas.

A1-- 1.1 Lista de verificación previa

Objetivo: verificar que los diferentes equipos y suministros de la unidad móvil estén disponibles para su uso operacional y con esto evitar cualquier obstáculo o imprevisto que impidan el correcto cumplimiento de una orden de monitoreo

Antes de abandonar la estación regional fija que constituye la base de operaciones de la unidad móvil (una estación tipo A o B), los operadores deberán verificar lo siguiente:

- El motor del vehículo y el motogenerador disponen de suficiente combustible y se deberá verificar también el aceite en ambos motores.
- El botiquín de primeros auxilios y la caja de herramientas están completos.
- Los extintores están cargados
- Los operadores disponen de los efectos personales requeridos de acuerdo a las condiciones y a la duración del monitoreo a realizar como alimentos, abrigo, agua, licencia de conducir, etc.
- La información sobre el monitoreo se encuentra completa.
- Todas las partes de las antenas están completas y aseguradas en los dos compartimentos guarda-antenas .
- La impresora dispone de papel y la cinta está en condiciones de uso.
- Verificar que todos los elementos del equipo en los bastidores, computadora portátil , gavetas, puertas de armario, teclado, ratón, etc., estén firmemente asegurados para evitar daños a causa del desplazamiento del vehículo.
- Ascienda al techo del vehículo y compruebe las puertas de la caja guarda antenas externa esté cerrada y el cable de RF de las antenas esté debidamente enrollado y asegurado en el contenedor de cable.

- Verificar que la totalidad del equipo (motogenerador, equipo de radio y monitoreo) opera correctamente.
- Verificar en un mapa que usted conozca perfectamente cuál es el punto de destino y la ruta a utilizar tomando muy en cuenta que si existen puentes en la ruta deben permitir el libre paso de la unidad móvil que tiene 3.6m de alto.
- En el caso de las ciudades con programa de “hoy no circula” verificar si la unidad está autorizada para circular de acuerdo al tipo de contingencia que se presente. De no estar autorizada dicha unidad use otra, (en caso de que se disponga de más de una) o en su defecto programe el emplazamiento para un día en que se esté autorizado a circular.

A1-- 1.2. Punto de despliegue

Objetivo: establecer las consideraciones de seguridad y las características deseables del punto de despliegue de la unidad móvil para el correcto funcionamiento del equipo instalado

Consideraciones de seguridad para el despliegue:

PELIGRO:

El despliegue de la unidad móvil cerca de las línea de transmisión de alta tensión, puede provocar descargas eléctricas letales. Consulte las distancias de seguridad en las leyes reglamentarias de su estado.

PELIGRO

Tras la instalación de antenas de monitoreo y/o extensión del mástil, queda determinadamente prohibido poner el vehículo en movimiento ya que el vehículo podría volcarse causando lesiones a sus ocupantes. También se ha comprobado que el movimiento del vehículo con las antenas puestas aún con la altura mínima del mástil inducirá fuertes oscilaciones en los elementos de las antenas que provocarán daño y ruptura de dichos elementos.

Consideraciones generales para el punto de emplazamiento de la estación:

- La estación se deberá situar en el punto de máxima altura posible en el área con el fin de minimizar las pérdidas de propagación de las señales de recepción.

- El lugar deberá estar alejado tanto como sea posible de obstáculos para disminuir los efectos de rerradiación reflexión, y ruido electromagnético tales como colinas, automóviles, cercas y alambradas, líneas de energía eléctrica, antenas, torres de cualquier tipo, edificios, follaje, ríos y lagos.
- El lugar elegido debe permitir que el vehículo esté nivelado horizontalmente para la debida operación de los sistemas RG y brújula electrónica.

NOTA:

El despliegue de la unidad móvil sin tomar en cuenta las instrucciones arriba mencionadas puede originar mediciones inexactas del sistema y riesgo para la seguridad de la tripulación.

A1-- 1.3 Almacenamiento de las antenas de monitoreo

Objetivo: identificar los compartimentos de almacenamiento de las antenas de radiomonitoreo e indicar que antenas se guardan en cada compartimento

- La unidad móvil dispone de cuatro arreglos de antenas de monitoreo. Las mismas que se guardan en dos compartimentos guarda-antenas especiales (una situada en la parte posterior del techo y la otra en la parte posterior de la cabina de operación)
- El compartimento guarda-antenas interno es destinada para el almacenamiento de las antenas horizontal cruzada y la bicónica. La antena bicónica tiene 28 espigas, 14 por cono, que deben destornillarse de los conos como paso previo a su almacenamiento. Las espigas destornilladas se guardan en forma de paquete en la misma caja a un lado de la antena bicónica. La antena horizontal cruzada tiene cuatro varillas desmontables que deben destornillarse de la antena antes de su almacenamiento, y atornillarse como paso previo a la instalación de la antena. Las varillas destornilladas se guardan en la caja interna en cuatro espacios labrados en la goma esponjosa que recubre el interior, junto a la antena bicónica.
- El compartimento guarda-antenas externo se destina para la el almacenaje de las antenas logarítmica periódica y la antena de varilla de HF. La antena de varilla tiene dos partes que se atornillan entre sí, previamente a la instalación de la antena y se destornillan antes del almacenaje de la antena. La antena logarítmica periódica tiene unas pocas docenas de elementos de espigas en grupos de cuatro de la misma longitud y espesor. Las espigas en su mayoría deben destornillarse del brazo de la antena y almacenarse en su bolsa especial provista de celdas (cada grupo de cuatro espigas iguales en su celda especial de acuerdo a su longitud) previamente al almacenamiento de la antena y deben atornillarse

y ajustarse a sus tuercas antes de la instalación de la antena. La antena logarítmica periódica (LPA) se instala en la parte superior de un mástil desmontable de fibra de vidrio, que está montado a su vez en la parte superior de otro mástil pero telescópico hecho de aleación de aluminio que se retrae bajo el nivel del techo de la estación. El mástil de fibra de vidrio se guarda en la caja guarda-antenas externo junto con su bolsa de espigas y el brazo de la antena, a un lado de las dos varillas de la antena de HF en el compartimento guarda-antenas externo. Existe también un control remoto alámbrico que es utilizado para la subida y bajada del mástil desde el techo de la estación. Este control remoto también deberá ser almacenado en compartimento guarda-antenas externo.

A1-- 1.4 Instalación de las antenas de monitoreo

Objetivo: Establecer las condiciones de seguridad que deben ser tomadas al instalar las antenas de monitoreo. identificar las partes que componen cada antena de monitoreo y establecer un orden para llevar a cabo la instalación de las antenas de la manera más eficientemente posible.

Consideraciones de seguridad

PELIGRO:

Antes de dar comienzo a la instalación, los operadores deben cerciorarse de que el vehículo se encuentre estacionado de acuerdo a las consideraciones de despliegue expuestas con anterioridad. Concretamente asegúrese de que no existan líneas de transmisión eléctricas en la trayectoria de despliegue del mástil, con el fin de evitar descargas eléctricas letales.

PELIGRO:

Antes de dar comienzo a la instalación de las antenas, asegúrese de que el vehículo tiene puesto el freno de mano.

PELIGRO:

Debe ejercerse el máximo cuidado al ascender al techo del vehículo mientras esté trabajando sobre el techo, con el fin de evitar caídas y las consecuentes lesiones, especialmente con superficies húmedas.

Consideraciones generales para la instalación de las antenas

- Existen 5 cables de RF que corresponden al grupo de antenas que se colocan sobre el mástil giratorio. Estos cables para su almacenaje se encuentran enrollados en un contenedor de cable situado a un lado del mástil. Todos los conectores se encuentran protegidos con capuchones metálicos, atornille siempre los capuchones cuando los cables no estén en uso para proteger los conectores.
- Todos los cables están marcados para indicar cuales son los conectores correspondientes. Asegúrese siempre que los colores o la descripción de los cables son idénticos antes de proceder al acoplamiento entre el conector de antena y el conector de cable.
- Se recomienda limpiar los elementos de las antenas, conforme se vayan instalando, con un paño limpio.
- La herramienta necesaria para montar y desmontar las antenas es una llave española para ajustar las espigas de la antena logarítmica periódica y otra para ajustar el brazo de la antena logarítmica periódica a su mástil de fibra de vidrio.
- Para la instalación de las antenas se recomienda seguir el orden siguiente: para que la instalación de las antenas logarítmicas periódicas no estorben en la instalación de las demás antenas, estas deben ser las primeras en montarse, continuación se instala la antena horizontal cruzada, y después la antena bicónica. Una vez instaladas estas antenas, se eleva el mástil a su máxima altura, y por último se instala la antena de varillas de HF. La razón de este orden de instalación es que de esta manera las antenas instaladas no interfieren en la instalación de antenas subsecuentes, evitando lesiones a los operadores y daños a los elementos de las antenas.
- El desmontaje se lleva de manera inversa
- Al ascender al techo de la unidad móvil, los operadores deberán procurar no pisar innecesariamente los domos de las redes de antenas de RG en HF y VHF, para no dañarlos.
- Con posterioridad a la instalación de las antenas, compruebe que está cerrada la tapa de la caja guarda antenas externa y que no han quedado objetos sobre el techo. Cualquier objeto extraño sobre el techo puede producir una desmejora en la precisión de RG.

Puesta a tierra del sistema

Antes de proceder a la instalación de las antenas se debe poner a tierra el sistema. Para hacer esto se debe introducir en el suelo la varilla de masa que se encuentra junto al compartimento guarda-antenas interno y conectarla al tornillo de masa ubicado en el panel externo de la entrada de potencia con el fin de proteger al equipo contra descargas atmosféricas.

Antena Logarítmica periódica (LPA) [16]

Partes de la antena:

- Brazo de antena con 48 espigas muy pequeñas no desmontables .
- 48 espigas desmontables almacenadas en una bolsa especial provista de celdas (cada una del tamaño correspondiente para cada grupo 4 de elementos de la misma longitud.). Dichas espigas corresponden a los elementos de mayor tamaño.
- Un mástil desmontable de fibra de vidrio de aproximadamente 1.5m de longitud.
- Dos cables RG-142 de RF (aprox. 1.8m) conectados al brazo de la antena.
- Existe además en la caja de herramientas del conductor una plomada para ajustar la LPA en paralelo con la dirección del vehículo.

Instalación

- La instalación de la antena LPA en e techo del vehículo deberá de ser efectuada de manera muy cuidadosa por dos personas. Antes de ascender al techo del vehículo cerciórese que dispone de las dos llaves de tuercas necesarias para su instalación.
- Abra la caja guarda antenas externa y extraiga retire todas las partes de la antena logarítmica periódica .
- Instale el mástil de fibra de vidrio en la parte superior del mástil giratorio y ajuste con los dos tornillos y tuercas el brazo de la antena puesto en paralelo con la dirección del vehículo.
- Abra la bolsa de espigas retirando un grupo de esta a la vez. (comenzando por con el grupo más pequeño) y atorníllelos en sus agujeros. Asegúrese de atornillar las espigas en el orden correcto de menor a mayor tomando como ejemplo las espigas no desmontables en el brazo de la antena y apriételas firmemente con la llave de tuercas correspondiente.
- Coloque la cuerda de la plomada en la espiga vertical más larga en la que apunta hacia abajo para verificar que la antena está nivelada. en caso contrario, nivélela con las tuercas de fijación del mástil.
- Instale la viga horizontal sobre las cuales se erigen las antenas horizontal cruzada y bicónica sobre la parte inferior ensanchada del mástil de fibra de vidrio a un ángulo aproximado de 90°. Tenga cuidado de montar la viga horizontal con los anillos de fijar cables hacia abajo.
- Instale ahora las antenas horizontal cruzada y bicónica según se muestra más adelante el procedimiento específico para cada antena.
- En el contenedor de cables encontrará dos cables marcados VERT LPA y HOR LPA, destornille sus capuchones metálicos y atorníllelos a los conectores con la misma marca en el brazo de antena LPA.
- Fije en los anillos que se encuentran en la base del mástil de fibra de vidrio los ganchos que soportan el peso de los cables.
- El desmontaje de la antena se llevará a cabo mediante la repetición de las etapas arriba mencionadas en el orden de operación inverso.

ADVERTENCIA.

No intente desmontar la antena del mástil estando armada ya que esta antena pesa mucho más de lo que aparenta y sus elementos son extremadamente frágiles.

Ajuste de la dirección cero de la antena logarítmica periódica

La dirección cero de la antena LPA es la dirección del vehículo. El ajuste de la dirección cero de la antena es importante para lograr mediciones de RG exactas, ejecutadas por la LPA y el algoritmo del programa de operación que controlen el proceso.

El ajuste se realiza de la siguiente manera:

- Gire con mucho cuidado toda la estructura (antena logarítmica periódica junto con las antenas montadas sobre la viga horizontal) mientras el pivote actúa como conexión entre la base del mástil de fibra de vidrio y la parte superior del mástil telescópico giratorio, es decir que solamente el mástil de fibra de vidrio con las 3 antenas giran en la parte superior del mástil telescópico.
- Al girar la estructura, ajuste la dirección de la LPA para que la cuerda de la plomada se detenga justo sobre el punto marcado en la superficie del techo.
- Si no se dispone de cuerda de plomada, es suficiente con ajustar el brazo de la antena de forma paralela con el borde del techo en la dirección del camión.
- Apriete los tornillos de palanca en la parte inferior del mástil de fibra de vidrio
- Compruebe que todos los elementos y tornillos de las antenas están firmemente apretados y que los cables están listos para la erección del mástil.
- Basado en el ajuste antes mencionado, la dirección cero de la antena LPA con referencia al norte se halla mediante la lectura de la brújula electrónica tras poner en marcha el equipo de mediciones y computación. Con este fin se deberá introducirse la lectura del norte de la brújula en el control del rotor como cero relativo.

Antena horizontal cruzada

Partes de la antena. [15]

La antena horizontal cruzada está compuesta de las siguientes partes, todas ellas almacenadas en el compartimento guarda-antenas interno.

- Una parte cilíndrica con dos conectores de RF (uno activo para 20-100MHz) y otro pasivo para 1-2 Hz) y un cilindro más delgado como base.
- Cuatro varillas desmontables de 15 cm de longitud aproximadamente.

Instalación.

- La instalación debe efectuarse con cuidado por dos personas en el techo del vehículo. Una de ellas asciende al techo del vehículo y el otro ingresa a la cabina del vehículo, retira de su caja todas las partes de la antena y las entrega a la persona que se halla en el techo. Esto es con el fin de no tratar de subir con la antena por la escalerilla de acceso ya que para esto se necesitan las dos manos.
- Instale la antena en un extremo de la viga horizontal montada en la parte inferior ensanchada del mástil de fibra de vidrio. Apriete la base de la antena contra la viga horizontal y gire la palanca de tornillo para asegurar la antena a la viga horizontal.
- Atornille las 4 varillas horizontalmente en sus agujeros correspondientes.
- Inserte los cables de RF marcados HOR OMNI HIGH ANT y HOR OMNI HIGH ANT en los anillos del lado que mira hacia abajo de la viga horizontal.
- Conecte los cables arriba mencionados en los correspondientes conectores

ADVERTENCIA

Asegúrese de que la identificación de los cables sea idéntica a la del conector correspondiente, en caso contrario se dañará la antena.

- El desmontaje se efectuará mediante la repetición de las etapas arriba mencionadas en el orden y operación inversos.

Antena bicónica [18]

Partes de la antena.

La antena bicónica está compuesta por las siguientes partes, todas ellas almacenadas en el compartimento guarda-antenas interno.

- Un cuerpo central compuesto de dos conos y una corta asta con el cable de RF en su extremo.
- 28 espigas desmontables idénticas.

Instalación.

- La instalación de la antena debe ser efectuada cuidadosamente entre dos personas. Una de ellas asciende al techo del vehículo y la otra ingresa en la cabina del vehículo, retira todas las partes del compartimento guarda-antenas interno y las entrega a la persona que se halla en el techo.
- Instale la antena en un extremo de la viga horizontal (montada en la parte inferior ensanchada del mástil de fibra de vidrio).
- Apriete la asta de la antena bicónica contra la viga horizontal y fijela con la palanca de tornillo.

- Atornille las 28 espigas (14 por cono) en los agujeros situado en el borde lde los conos.
- Inserte el cable de RF marcado VERT OMNI V/U ANT en los anillos situados en la cara que mira hacia abajo de la viga horizontal
- Conecte este cable en la entrada única de esta antena
- El desmontaje debe realizarse de manera inversa siguiendo las etapas arriba mencionadas en el orden inverso.

Izamiento del mástil

El mástil giratorio se iza en forma neumática mediante el uso del compresor de aire situado en la cabina del equipo debajo del armario. Previo a la erección del mástil debe aplicarse tensión a la unidad móvil ya sea de fuentes externas o del motogenerador integrado. El conmutador CPRS (compresor) de la caja de derivación de c.a. debe fijarse en ON, compruebe que la palanca de seguridad (una pequeña manija con capuchón de plástico rojo funcione correctamente.

El Izamiento del mástil con el cable de control remoto se lleva a cabo de la siguiente manera:

- Retire el cable de control remoto de la caja guarda antenas externa, compruebe que el interruptor de bajada y subida esté en posición neutral y fíjelo a su conector complementario ubicado en la superficie del techo alrededor de 30cm detrás del mástil hacia la parte trasera y lado derecho del vehículo.
- Compruebe que los dos ganchos de los 5 cables de RF de las antenas montadas en el mástil están unidos a los anillos de la viga horizontal de tal manera que cuando el mástil se extiende , el peso de los cables es soportado por los ganchos y no por los conectores de RF de las antenas.
- Permanezca tan lejos como sea posible del mástil mientras que sostiene con una mano el cable de control remoto y a intervalos y coloque el conmutador en posición de subida mientras observa el mástil , las antenas y los cables. Deténgase en cada etapa de extensión del mástil y compruebe que los cables de RF no estén atorados o torcidos y que puede extenderse una etapa más del mástil sin peligro de daños. Si todo prosigue con normalidad continúe extendiendo el mástil
- Finalmente compruebe mediante el control del rotor que puede girar el mástil 360° sin dañar los cables de RF. Desconecte el control y guárdelo en la caja guarda-antenas externa. En el compresor de aire, ponga la palanca de seguridad en la posición de traba (off).

AVERTENCIA:

Cuando proceda a la retracción del mástil con las antenas de monitoreo tenga precaución de no situarse debajo de la viga horizontal y de las antenas para evitar lesiones en el evento de su descenso

En general, las instrucciones precedentes para la erección del mástil deben repetirse en orden y operación inversos agregando los siguientes pasos:

- Antes de comenzar con la retracción del mástil proceda a desmontar la antena de varilla de HF, y guárdela en su compartimento guarda antenas y cierre la tapa.
- Compruebe que la posición de la viga horizontal es tal que en caso de la bajada del mástil, usted no sería lesionado y que la antena bicónica se halla sobre la parte trasera del vehículo. En caso contrario podría caer sobre la red de RG y dañarla.
- Terminada la retracción del mástil disponga de los cables de RF en su contenedor (enrollados) y asegurados con su banda de fijación.
- Después del desmontaje de todas las antenas montadas en el mástil, gire nuevamente el mástil a su cero mecánico.

En casos de emergencia, cuando el cable de control remoto es defectuoso, la extensión del mástil, la extensión del mástil debe ser efectuada por dos personas, una de ellas situada en el techo y la otra operando las válvulas de subida y bajada del compresor de aire colocado en la cabina de operación

Instalación de la antena de varillas de HF

Partes de la antena [17]

- Dos varillas atornillables una dentro de la otra, cada una de aprox. 1.3 m de longitud, guardadas en el compartimento guarda-antenas externo.
- Una base de antena montada de forma permanente sobre el soporte del techo (parte exterior trasera del techo)

Instalación

La instalación de la antena se lleva a cabo con extremo cuidado por una persona situada en el extremo del vehículo (con el mástil totalmente extendido)

- Retire las dos varillas de la caja guarda-antenas externa y atornillelas entre sí después de limpiar las superficies de acoplamiento.
- Atornille la varilla armada en la base situada en la parte central trasera del techo del vehículo después de limpiar las superficies de acoplamiento.

El desmontaje se llevará a cabo mediante la repetición de los pasos arriba mencionados de manera inversa.

A1-- 2 Procedimientos de Arranque del sistema de alimentación de las unidades móviles

Objetivo: realizar el arranque del sistema de alimentación de la unidad móvil de acuerdo a las diferentes opciones de que se dispone.

Considerando la naturaleza de las estaciones móviles son varias las opciones para el suministro de energía eléctrica que el operador tiene a su disposición y son los siguientes:

- Con la unidad móvil funcionando como estación fija, conexión a la red pública de 120 V. Aún cuando el monitoreo de las principales ciudades del país y amplias zonas rurales del país están cubiertas por alguna estación fija, existen poblaciones apartadas y pequeñas ciudades que se encuentran fuera de cobertura de la red de estaciones fijas. En caso de requerirse el monitoreo de frecuencias o la localización de interferencias, en estos lugares o incluso para apoyar la operación de una estación fija, la unidad móvil puede trasladarse al punto de interés e instalarse como una estación fija conectándose a la red pública de 120V. La conexión con la red pública de 127 volts, le permite operar por largos periodos de tiempo con bajos costos de operación.
- Con la unidad móvil en posición fija o en movimiento, Operación con el grupo motogenerador de a bordo.
- Con la unidad móvil en posición fija o en movimiento, Operación con un convertidor de CC/CA solamente para el equipo de RG. El motor debe estar en funcionamiento para cargar las baterías en uso.

A1-- 2.1 Procedimiento de conexión a la red pública de 120V

- Conecte el suministro de la red externa el conector situado en la parte posterior izquierda del vehículo .
- Cambie power source de OFF a EXT POWER
- Verificar que el indicador marque 120V.
- Cambie DF EQPT AC SOURCE a UPS.
- Conecte el conmutador MAIN AC
- Cambie el conmutador FAN a NORMAL, (si no funciona el acondicionador de aire, cambie a ON). El ventilador no es necesario si el aire acondicionado está en funcionamiento.
- Conecte los 4 conmutadores UNREGULATED. Se utilizan de izquierda a derecha para: SRVC, tomacorrientes auxiliares de la unidad móvil; CPRS, compresor del mástil de elevación de antena; AIR COND, Acondicionador de aire y UPS para la unidad de soporte ininterrumpido de energía
- Conecte el cargador de baterías (se encuentra abajo de la mesa de la impresora.

- Conecte el UPS (se conecta con el botón UPS ON y se desconecta con el botón UPS OFF). Tan pronto como la luz roja del UPS se apaga y el indicador UPS ON se enciende, el UPS está listo para operar
- Conecte el conmutador DC MAIN en el 12V DISTRIBUTION BOX. La lámpara verde debe quedar encendida.
- Conecte los conmutadores SRVC y BATT CHG. Son requeridos para el equipo de comunicación.
- Conecte los cuatro conmutadores: REGULATED (DF EQPT, RACK LEFT, RACK CENT, RACK RIGHT)
- Conecte los equipos y computadoras de acuerdo al procedimiento específico.

A1-- 2.2 Procedimiento de arranque con grupo motor generador

- Arranque el generador con conmutador GENERATOR START.
- Cambie el conmutador POWER SOURCE de OFF a GEN.
- Conecte el conmutador FAN a NORMAL (si no funciona el aire acondicionado cambie a ON) El ventilador no es necesario si el aire acondicionado está en funcionamiento.
- Conecte los 4 conmutadores UNREGULATED. Se utilizan de izquierda a derecha para: SRVC, tomacorrientes auxiliares de la unidad móvil; CPRS, compresor del mástil de elevación de antena; AIR COND. Acondicionador de aire y UPS para la unidad de soporte ininterrumpido de energía
- Conecte el cargador de baterías (se encuentra abajo de la mesa de la impresora).
- Conecte el UPS (se conecta con el botón UPS ON y se desconecta con el botón UPS OFF). Tan pronto como la luz roja del UPS se apaga y el indicador UPS ON se enciende, el UPS está listo para operar
- Conecte el conmutador DC MAIN en el 12V DISTRIBUTION BOX. La lámpara verde debe quedar encendida.
- Conecte los conmutadores SRVC y BATT CHG. Son requeridos para el equipo de comunicación.
- Conecte los cuatro conmutadores: REGULATED (DF EQPT, RACK LEFT, RACK CENT, RACK RIGHT)
- Conecte los equipos y computadoras de acuerdo al procedimiento específico.
- Para desconexión siga el proceso inverso. Después de cambiar POWER SOURCE a OFF desconecte el generador. Mantenga la presión sobre el conmutador GENERATOR OFF hasta que el Conmutador haya dejado de funcionar completamente.

A1-- 2.3 Procedimiento de arranque con el Convertidor CC/CA

Este procedimiento es utilizado solamente por el equipo de RG cuando no se dispone de otra fuente de energía excepto el motor del vehículo.

- Conecte el convertidor de alimentación.
- Conecte DC MAIN
- Conecte los tres conmutadores DC SYSTEM.
CONV. Del convertidor
RVC. Tomacorrientes auxiliares de 120V
BATT CHR. Carga de baterías por medio del motor del vehículo y del equipo de comunicaciones radiales.
- Conecte DF EQPT AC SOURCE en el convertidor CC/CA
- Fije el conmutador DF EQPT REGULATED en ON. Ninguno de los demás conmutadores tienen influencia alguna. El ventilador se conecta automáticamente ya que el acondicionador de aire no puede funcionar.
- Conecte el equipo RG.(caja de conexiones y receptor de DF), la computadora principal y el monitor.

A1.3 Radiogoniometría

Objetivo: Localización de emisores

A1.3.1 Generalidades [4][19]

El propósito de la radiogoniometría es la localización de fuentes de energía electromagnética por medio sus propiedades de propagación. En general se puede decir que la radiogoniometría puede ser usada para determinar la posición de un transmisor o una fuente de interferencia o ruido situada sobre la superficie terrestre. La radiolocalización puede ser usada para los siguientes fines:

- Localización de un transmisor en una situación de emergencia
- Localización de un transmisor no autorizado
- Localización de un transmisor interferente
- Localización de una fuente de interferencia perjudicial a la recepción. como puede ser: equipo defectuoso, aisladores defectuosos en una línea de alta tensión, etc.

Si asumimos que las ondas de radio se propagan en línea recta, y que en el caso de reflexión ionosférica lo hacen a lo largo de un arco principal en la superficie terrestre, entonces mediante el uso de equipo apropiado podemos obtener la información y sentido de incidencia de la onda en lugar de recepción. Esto determinará entonces para cada estación una línea en la superficie terrestre en la cual pueda estar ubicada la fuente de energía electromagnética recibida. Tomando medidas desde distintos lugares podemos entonces determinar el punto de intersección de las líneas correspondientes a cada uno de los lugares de recepción. El punto de recepción dará entonces la ubicación geográfica buscada. Como las medidas no son perfectas, y los fenómenos de propagación tampoco son tan sencillos, se introducen errores que harán que las líneas determinadas por varios radiogoniómetros no se intersecten en un punto exactamente, sino que se formarán una serie de puntos de intersección cuya distribución dará una idea de la calidad de las medidas realizadas.

Como puede observarse en la figura 4.6, un par de radiogoniómetros no es capaz de cubrir todo el plano ya que para una precisión apropiada el ángulo que forman las líneas no puede ser muy agudo. Para un cubrimiento apropiado es necesario disponer de al menos 3 o más equipos. La determinación de la posición puede realizarse después directamente sobre mapas apropiados o mediante computadora.

Como se observa en la misma figura, considerando un límite de error para cada medida (líneas punteadas), el corte de las dos medidas origina una zona delimitada por los puntos ABCD en la cual se puede encontrar el objetivo de la medida. En la medida en que el punto de corte se acerca a la línea que une las dos estaciones, la zona posible de ubicación del transmisor o fuente de la señal se agranda al punto de volverse completamente inútil.

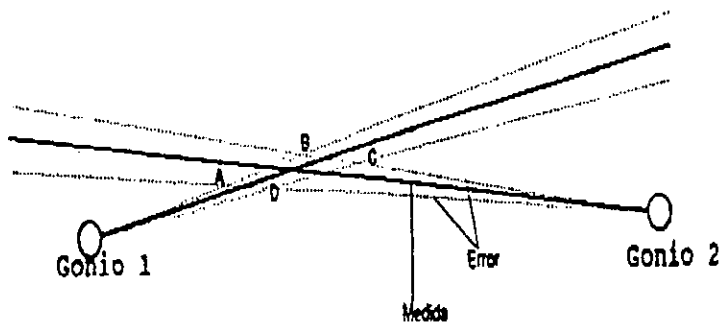


Fig.4.6

En la figura 4.7 observamos el área de intersección de las medidas tomadas por 3 radiogoniómetros. Aquí se ve que debido a la imprecisión de las medidas no hay un punto de corte único, sino que se origina un triángulo. El objetivo de la medida se encontrará entonces en la zona definida por éste triángulo. más los límites de error para cada medida. La determinación final de la posición requiere del operador una gran experiencia ya que debe considerar otros factores que afectan la propagación, como el terreno, edificios, estructuras metálicas, etc.

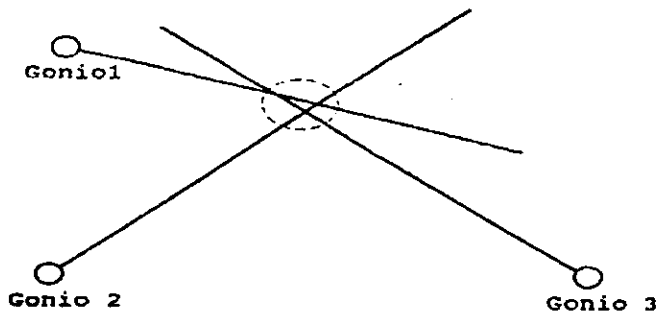


Fig 4.7

A1-- 3.2 Principios de operación [19].

Los principios de operación de los sistemas instalados en la unidad móvil son los siguientes::

- Antena direccional
- Sistema Adcock
- Sistema Doppler

Antena direccional. Este es el sistema más simple en el que se utiliza una antena rotativa para determinar el ángulo de incidencia de la señal. El principio consiste en el muestreo de la intensidad mientras esta se encuentra girando y registrar el punto donde se recibe, la máxima señal, de esta manera, la lectura del ángulo de acimut de la antena indicará la dirección de llegada de la señal. La antena utilizada podrá ser de alta ganancia, tratándose frecuentemente de una antena de cuadro o una antena logarítmica periódica.

Sistema Adcock. Este sistema se caracteriza por el uso de antenas verticales espaciadas convenientemente. Una configuración típica es de 4 antenas ubicadas en los vértices de un cuadrado. Las antenas se combinan diagonalmente entre sí obteniéndose la diferencia de las dos señales. Estas señales son proporcionales a los siguientes factores:

Intensidad de campo	E
Espaciado de las antenas	D
Angulo de incidencia vertical	α
Angulo de incidencia de la señal con el plano de antenas	β

Si ahora tomamos la señal de las antenas combinadas Norte-Sur (NS) y la de las antenas Este-Oeste (EO) cada una de un receptor ajustada a la misma frecuencia, tenemos:

$$E_{receptor1} = EK_D \cos \alpha * \cos \beta_{NS}$$

$$E_{receptor2} = EK_D \cos \alpha * \cos \beta_{EO}$$

De lo que resulta:

$$E_{receptor1} / E_{receptor2} = EK_D \cos \alpha * \cos \beta_{NS} / EK_D \cos \alpha * \cos \beta_{EO}$$

Simplificando:

$$E_{\text{receptor1}} / E_{\text{receptor2}} = \cos \beta_{NS} / \cos \beta_{EO} = \cos \beta_{NS} / \sin \beta_{NS} = \cot \beta_{NS}$$

Como se ve, tomando la intensidad de la señal de dos receptores es posible encontrar de esta manera la cotangente del ángulo de acimut de un emisor, a menos de un problema de multiplicidad de soluciones debido a que el receptor no entrega en realidad el valor instantáneo de la intensidad de la señal, sino que da el valor absoluto. La determinación de cuál de las posibles soluciones es la verdadera, requiere el uso adicional de la señal recibida por una antena ubicada en el centro de la señal de todas o de varias de las antenas combinada en forma apropiada. Analizando las relaciones de fase entre la señal de referencia y las dos señales NS y EO se resuelve el problema. Un inconveniente de este sistema es que responde solo a componentes de campo verticales y padece de pérdida de sensibilidad para señales con ángulo de elevación grande.

Sistema Doppler. El sistema Doppler utiliza una antena vertical rotativa. Cuando la antena gira alrededor de un eje, se produce una modulación de fase de la señal que entrega la antena. Si además tenemos una antena de referencia estacionaria en el centro de rotación de la antena móvil, es posible recuperar de la diferencia de las dos señales, otra que contiene solamente las desviaciones de fase provocadas por el efecto Doppler al mover la antena. La desviación de fase da como resultado una senoide cuya fase dependerá del acimut de la señal incidente.

En la actualidad no se utilizan sistemas de antenas rotativos. En su lugar se emplean sistemas de antenas colocadas en círculo, las que son conectadas una tras otra de manera secuencial simulando el movimiento de rotación de la antena. De este modo se obtiene el mismo efecto de modulación de fase en forma puramente electrónica.

A1-- 3.3 Sistemas instalados en la unidad móvil [22]

Tal y como se describe en el capítulo 3, la estación cuenta con tres sistemas de radiogoniometría, uno para V/UHF por efecto Doppler, uno de HF que usa el método de Adcock y una tercera opción que utiliza una antena logarítmica periódica direccional (LPDF).

Al iniciar el equipo, el programa de operación instalado presenta una pantalla de seguridad que solicita la clave y el nombre del usuario, al ser introducidos estos datos se presenta una pantalla con un menú de opciones relacionado con el tipo de radiogoniometría que se va a utilizar, el cual es el siguiente:

- Programa de monitoreo
- Programa de Mapas
- RG HF (fija)
- RG VHF móvil

Programa de monitoreo. (VHF Móvil) Si se elige el programa de monitoreo se podrán utilizar todas las opciones de la pantalla principal descritas en el capítulo 3, en donde las funciones de DF y FIX se realizarán con el radiogoniómetro V/UHF de efecto Doppler desde un punto fijo, tomando como referencia el norte geográfico. En esta opción también está permitido el uso de la opción LPDF.

Radiogoniometría HF (fijo) . Si se elige esta opción la situación es igual que con la opción anterior, pero las opciones de DF y FIX se realizarán con un goniómetro basado en el método de Adcock para el rango de HF.

Programa de Mapas. Esta opción se utilizará para procesar la información de las marcaciones obtenidas con las dos opciones anteriores mediante el dibujo de las trazas medidas sobre un mapa digitalizado de la región, con el fin de obtener el área donde se encuentra el emisor tal y como se explica al comienzo de este capítulo. La información sobre mapas se obtiene mediante la lectura de un CD ROM que contiene los mapas digitalizados de las regiones más importantes del país.

RG VHF móvil. Esta opción permite operar el sistema desde la LAP TOP ubicada en el asiento del copiloto mediante el despliegue de un diagrama polar en donde el centro del círculo representa la ubicación del emisor y la referencia del norte corresponde al frente del vehículo, de esta manera la dirección de llegada de la señal girará al vehículo hacia el emisor.

La radiogoniometría basada en el trazo de marcaciones de ángulos de llegada (DOA) requiere forzosamente la determinación de la posición de origen de dicha marcación y de su relación con el norte geográfico, por lo que la unidad móvil dispone de un sistema GPS (sistema de posicionamiento global) y de una brújula electrónica para obtener esta información. Esta información está disponible en las opciones de DF (Direction Finding) y puede consultarse para complementar la información de las marcaciones realizadas y aparecen en la información del reporte impreso.

A1-- 3.4 Radiogoniometría usando antena direccional (LPDF)

LPDF. (Log-Periodic Direction Finding). Esta opción se realiza únicamente con la unidad móvil ubicada en un punto fijo, ya que requiere el uso de la antena logarítmica periódica la cual debe instalarse, como se explica en el procedimiento de emplazamiento de la unidad móvil, sobre el mástil telescópico.

La ventaja de esta opción es que usa la antena de más alta ganancia de la estación, permitiendo la toma de marcaciones de señales débiles y la obtención de una mejor recepción en los receptores de escucha, lo cual es muy importante cuando se requiere conocer la información contenida en la transmisión ya sea para la identificación del emisor y/o para realizar grabaciones de tráfico no autorizado.

La desventaja consiste en que el sistema completo de esta antena no está diseñado para medir ángulos, sino que su función es la de dirigir la antena hacia el emisor con el fin de obtener una mejor recepción de señales con polarización horizontal, principalmente las señales de televisión. Por lo anterior, podemos decir que dependiendo de las circunstancias puede introducir un mayor error en las mediciones de ángulos, pero que en caso necesario constituye otra opción de radiogoniometría para cualquier señal dentro de su rango de operación.

El procedimiento para la toma de marcaciones con la opción LPDF es el siguiente:

- Estacionar la estación en un lugar adecuado de acuerdo al procedimiento de emplazamiento
- Montar la antena logarítmica periódica en el mástil extensible de acuerdo al procedimiento de emplazamiento.
- Iniciar el programa de operación del sistema de monitoreo.
- Verificar que el control del rotor este en modo remoto.
- Seleccionar la opción misiones de la pantalla principal y generar dicha misión introduciendo los parámetros mínimos obligados para definir dicha misión. (frecuencia, ancho de banda, modulación y antena de monitoreo) y después salir a la pantalla principal. Si la misión ya ha sido creada con anterioridad se omite este paso.
- Pasar a la opción de Vigilancia donde se debe elegir la misión correspondiente a la frecuencia que se desea localizar.
- Verificar que el sistema esta realizando la rutina de búsqueda, la cual debe consistir en el rastreo de la frecuencia en el receptor de búsqueda, la selección de la frecuencia de la misión en el analizador de espectro y la sintonización de la frecuencia de la misión en el receptor de escucha y la aparición de la misión en proceso en monitor de la computadora, lo cual debe tomar solo unos segundos
- Una vez que la misión ha sido iniciada, el sistema esta listo para realizar mediciones de la señal rastreada, por lo que aparecerá una nueva barra de herramientas en la que se debe seleccionar la opción de monitoreo de frecuencia que es donde se encuentran todas las opciones de medición a excepción de ocupación.
- Seleccionar LPDF
- Verificar la rutina de medición, en esta rutina la antena LPDF se moverá 360° a la izquierda y después hará lo mismo hacia la derecha
- Aparecerá una caja de diálogo en la pantalla informando el ángulo de arribo de la señal (DOA)
- Estos datos pueden ser anotados por el operador y/o guardados en la base de datos para su consulta posterior
- Una vez tomadas las marcaciones se apaga el equipo y se desmontan las antenas para trasladarse al siguiente punto.
- En el siguiente punto se repite el mismo proceso a excepción de que ya no hay necesidad de volver a hacer la misión sino que se vuelve a elegir la misma. El reporte indicará los resultados y la hora en que se realizó cada marcación.

A1-- 3.5 Radiogoniometría usando el sistema RG HF

Este es un sistema de radiogoniometría basado en el método de Adcock el cual usa un arreglo de cuatro antenas de bajo perfil instaladas de manera permanente en el techo de la estación. Este sistema aunque técnicamente puede ser usado con estación en movimiento, está diseñado para utilizarse solamente con la estación fija y solo de esta manera se obtendrán mediciones confiables.

El procedimiento para obtención de marcaciones de DF HF es el siguiente:

- Estacionar la estación en un lugar adecuado de acuerdo al procedimiento de emplazamiento
- Iniciar el programa de operación del sistema de monitoreo.
- Una vez introducidos la clave y el nombre del operador se debe seleccionar RG HF en menú de opciones previo a la pantalla principal.
- Seleccionar la opción misiones de la pantalla principal y generar dicha misión introduciendo los parámetros mínimos obligados para definir dicha misión. (frecuencia, ancho de banda, modulación y antena de monitoreo) y después salir a la pantalla principal. Si la misión ya ha sido creada con anterioridad se omite este paso.
- Pasar a la opción de Vigilancia donde se debe elegir la misión correspondiente a la frecuencia que se desea localizar.
- Verificar que el sistema está realizando la rutina de búsqueda, la cual debe consistir en el rastreo de la frecuencia en el receptor de búsqueda, la selección de la frecuencia de la misión en el analizador de espectro y la sintonización de la frecuencia de la misión en el receptor de escucha y la aparición de la misión en proceso en monitor de la computadora, lo cual debe tomar solo unos segundos
- Una vez que la misión ha sido iniciada, el sistema está listo para realizar mediciones de la señal rastreada, por lo que aparecerá una nueva barra de herramientas en la que se debe seleccionar la opción de monitoreo de frecuencia que es donde se encuentran todas las opciones de medición a excepción de ocupación.
- Seleccionar DF para realizar una sola marcación o FIX para realizar una serie de marcaciones
- Verificar que el receptor de HF DF se sintoniza en la frecuencia de la misión.
- En la pantalla aparecerá el siguiente diagrama, en el cual el círculo representa un diagrama polar con la posición de la estación en el centro y una línea roja partiendo de la circunferencia del círculo representará la dirección de arribo de la señal. Al lado izquierdo de este diagrama se encuentra una gráfica de conteos que representa el número de muestras y el ángulo de llegada de las mismas. La razón de este último diagrama es la de poder determinar la fuente de emisión más activa en caso de que se tenga recepción por varias direcciones simultáneamente ya sea por rebotes de la señal o por tratarse de varios transmisores. La referencia del norte del diagrama coincidirá con el norte geográfico.

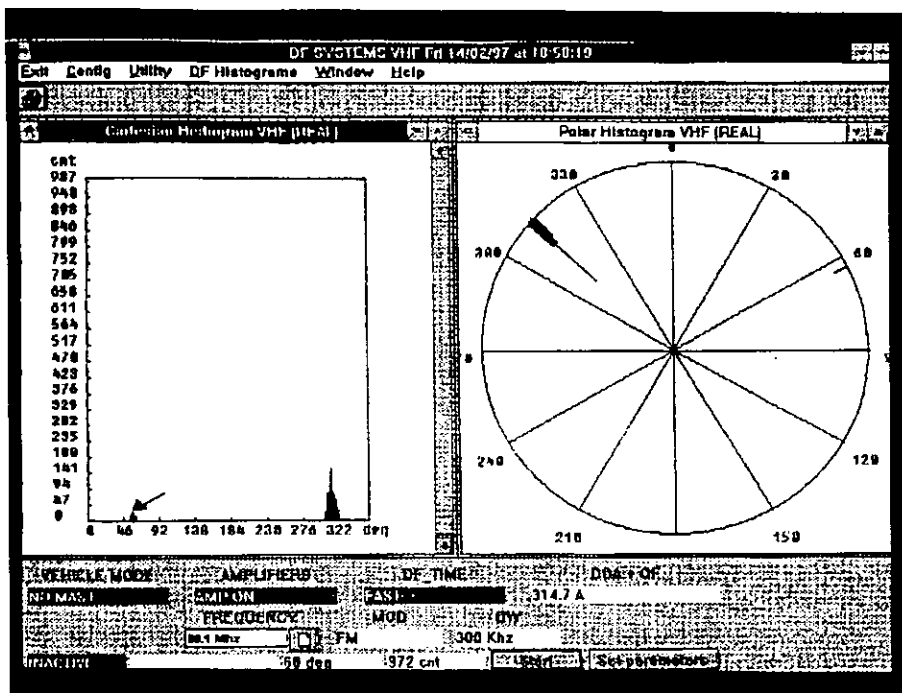


Fig.4.8 Diagrama polar mostrando la lectura de ángulo de llegada de la estación comercial 88.1MHz a 314.7grados , nótese que el cursor está tomando la lectura de una emisora de menor potencia a 68 grados

A1-- 3.6 Radiogoniometría usando el sistema RG V/UHF

Este es un sistema de radiogoniometría basado en el efecto Doppler el cual usa un arreglo de cuatro antenas de bajo perfil instaladas de manera permanente en el techo de la estación. Este arreglo de antenas consiste en un número determinado de pequeñas antenas colocadas en círculo con una antena para la señal de referencia en el centro. El arreglo completo está cubierto por un domo no conductor para su protección. Este sistema puede ser usado de manera fija o con la estación en movimiento (RG V/UHF móvil).

El procedimiento con la unidad móvil operando como estación fija es el siguiente:

- Estacionar la estación en un lugar adecuado de acuerdo al procedimiento de emplazamiento
- Iniciar el programa de operación.
- Una vez introducidos la clave y el nombre del operador se debe seleccionar "Programa de Monitoreo" en el menú de opciones previo a la pantalla principal.

- Seleccionar la opción misiones de la pantalla principal y generar dicha misión introduciendo los parámetros mínimos obligados para definir dicha misión. (frecuencia, ancho de banda, modulación y antena de monitoreo) y después salir a la pantalla principal. Si la misión ya ha sido creada con anterioridad se omite este paso.
- Pasar a la opción de Vigilancia donde se debe elegir la misión correspondiente a la frecuencia que se desea localizar.
- Verificar que el sistema esta realizando la rutina de búsqueda, la cual debe consistir en el rastreo de la frecuencia en el receptor de búsqueda, la selección de la frecuencia de la misión en el analizador de espectro y la sintonización de la frecuencia de la misión en el receptor de escucha y la aparición de la misión en proceso en monitor de la computadora, lo cual debe tomar solo unos segundos
- Una vez que la misión ha sido iniciada, el sistema esta listo para realizar mediciones de la señal rastreada, por lo que aparecerá una nueva barra de herramientas en la que se debe seleccionar la opción de monitoreo de frecuencia que es donde se encuentran todas las opciones de medición a excepción de ocupación.
- Seleccionar DF para realizar una sola marcación o FIX para realizar una serie de marcaciones
- Verificar que el receptor de DF VHF se sintoniza en la frecuencia de la misión.
- En la pantalla aparecerá el mismo diagrama polar de la fig. 4.8, con la posición de la estación en el centro del círculo y una línea roja partiendo de la circunferencia del círculo representará la dirección de arribo de la señal. Nuevamente la referencia será con el norte geográfico

El procedimiento con la estación en movimiento es el siguiente:

- Iniciar el programa de operación
- Una vez introducidos la clave y el nombre del operador se debe seleccionar "RG V/UHF móvil en el menú de opciones previo a la pantalla principal.
- En este momento el control pasa a la LAP TOP en el asiento de copiloto desde donde se debe continuar con el procedimiento
- Seleccionar la opción misiones de la pantalla principal y generar dicha misión introduciendo los parámetros mínimos obligados para definir dicha misión. (frecuencia, ancho de banda, modulación y antena de monitoreo) y después salir a la pantalla principal. Si la misión ya ha sido creada con anterioridad se omite este paso
- Pasar a la opción de Vigilancia donde se debe elegir la misión correspondiente a la frecuencia que se desea localizar
- Verificar que el sistema esta realizando la rutina de búsqueda, la cual debe consistir en el rastreo de la frecuencia en el receptor de búsqueda, la selección de la frecuencia de la misión en el analizador de espectro y la sintonización de la frecuencia de la misión en el receptor de escucha y la aparición de la misión en proceso en monitor de la computadora, lo cual debe tomar solo unos segundos
- Una vez que la misión ha sido iniciada, el sistema esta listo para realizar mediciones de la señal rastreada, por lo que aparecerá una nueva barra de herramientas en la que se debe seleccionar la opción de monitoreo de frecuencia que es donde se encuentran todas las opciones de medición a excepción de ocupación.

- Seleccionar DF para realizar una sola marcación o FIX para realizar una serie de marcaciones
- Verificar que el receptor de DF VHF se sintoniza en la frecuencia de la misión.

En la pantalla aparecerá el mismo diagrama polar de la fig. 4.8. con la posición de la estación en el centro del círculo y una línea roja partiendo de la circunferencia del círculo representará la dirección de arribo de la señal pero ahora la referencia será con respecto al frente del vehículo.

El procedimiento para recuperar el control en el puesto de operación se realiza dando salida al sistema en la LAP TOP volviendo a entrar en el puesto de operación.

A1-3.7 Programa de Mapas

Este programa permite el análisis de las trazas obtenidas mediante la función de FIX y también puede incluirse las recabadas vía radio de otras estaciones, ya sean fijas o móviles. Los mapas están contenidos en un CD ROM, por lo que debe verificar que el CD se encuentra en el manejador de lectura correspondiente.

Las opciones principales de esta programas son:

- MAPAS: en esa opción se elige el mapa de la región
- ZOOM: para realizar acercamientos en el mapa
- FIX: para introducir nuevas trazas obtenidas por radio y elegir las trazas de la misión correspondiente a ser dibujadas
- EXIT: para salir al menú de opciones previo a la pantalla principal.

El desplazamiento de la imagen se obtiene mediante la pulsación del ratón en las flechas de desplazamiento en los márgenes de la imagen.

A1-- 4 Procedimiento de escucha

Objetivo: Identificación de usuarios y verificación del tráfico de información autorizado mediante la escucha de las transmisiones apoyándose en los diversos recursos disponibles

Cuando la SCT retira el permiso de operación a los usuarios de una banda o los reubica con el fin de liberar bandas de frecuencias para nuevas asignaciones, es necesario verificar el cese de operaciones mediante el monitoreo de dicha frecuencia. También es necesario permanecer a la escucha de emisiones cuando se pretende identificar a usuarios no autorizados, desde un punto fijo, ya que hay que tener en cuenta que el desplazamiento de la estación incrementa el costo de operación y que la localización por medio de radiogoniometría puede tomar incluso varios días.

Para determinar el grado de ocupación del espectro, el sistema cuenta con una función llamada OCUPACIÓN, dicha función permite obtener un reporte conteniendo el porcentaje de tiempo que una estación ha estado al aire en un intervalo de dos horas, por ejemplo, 75% de 2:00- 4:00 p.m., 25% de 4:00 a 6:00 p.m., etc. Esta función resulta extremadamente útil cuando se deben verificar un gran número de frecuencias, sin embargo el resultado en caso de detectarse actividad, no especifica quién es el usuario. Frecuentemente se ha observado que cuando un usuario deja de operar deja al descubierto a otros operadores no autorizados que operaban en la misma frecuencia, por lo que cuando se detecta actividad en alguna frecuencia se debe proceder a la identificación del usuario. De lo anterior podemos determinar que la función de ocupación es de utilidad como filtro rápido de frecuencias, permitiéndonos descartar las frecuencias sin actividad y por lo mismo reduciendo el número de frecuencias a monitorear.

Para la identificación del usuario es necesario registrar el tráfico cursado ya sea transcribiéndolo o grabándolo en la grabadora de documentación de 8 canales. Aunque normalmente se prefiere la transcripción, la grabadora es de gran utilidad para reproducir el tráfico que no se alcance a transcribir simultáneamente cuando se está transmitiendo, como evidencia para futuras aclaraciones y como respaldo de información.

La grabadora de documentación cuenta con 8 canales de entrada que graban simultáneamente en 8 pistas independientes sobre un cassette común. De estos 8 canales, en la unidad móvil solo se utilizan 4: el primero para el micrófono, el segundo para el receptor de monitoreo de HF, el tercero para el receptor de monitoreo de VHF y el cuarto para el receptor de T.V., los cuales se graban simultáneamente al activar la grabación. Esta grabadora cuenta con una función llamada VOX, la cual permite grabar solo en presencia de señal, cuando se detecta nivel de señal de audio, la grabadora comienza a funcionar, y solo después de 8 segundos de haber dejado de recibir este nivel se apagará. El nivel que dirija a la función VOX será el que se reciba en el receptor especificado por el programa de operación o manualmente en la grabadora.

El uso del micrófono es muy importante, ya que sirve para especificar en la grabación la frecuencia que se está escuchando, además de introducir todos los datos útiles para la identificación posterior de la grabación como la fecha, la orden de monitoreo y comentarios del operador.

Para la identificación de usuarios se dispone en las estaciones regionales fijas de conexión con la base de datos del centro de control en la Ciudad de México, la cual contiene todos los datos relacionados con las licencias, distintivos de llamada y parámetros de operación de todos los usuarios registrados. En caso de requerirse estos datos en la unidad móvil, deberán ser requeridos por medio del equipo transceptor de VHF.

Teniendo en cuenta lo anterior, el procedimiento de escucha propuesto es el siguiente:

- Realizar las misiones de las frecuencias a monitorear
- Realizar las misiones de ocupación de estas mismas frecuencias.
- Activar la función de ocupación
- Activar la grabadora
- Imprimir el reporte de ocupación con intervalos de tiempo regulares y proceder a rastrear las frecuencias que registren ocupación con la opción de vigilancia. Esta función se detendrá en la primera frecuencia activa que registre.
- Transcribir y o grabar el tráfico cursado.
- Al comenzar la grabación, registrar con el micrófono, la frecuencia y el receptor involucrados para la posterior reproducción de la grabación.
- Cuando se deje de detectar tráfico pulsar "continuar" para continuar el rastreo en búsqueda de la siguiente frecuencia activa.

Frecuentemente no es necesario transcribir todo el tráfico, o incluso usar la grabadora ya que estas acciones pueden tomar varios segundos lo cual puede ser demasiado para frecuencias que están al aire muy poco tiempo, por lo que el operador podrá registrar los rasgos más importantes de tráfico, como son:

- Distintivos de llamada (toda emisión de voz autorizada debe tener distintivos registrados en la SCT precisamente para su identificación y no usarlos es una falta sancionable).
- Giro de la empresa (de acuerdo al tráfico cursado el usuario deberá anotar a que se dedican o sobre que tema se habla durante el tráfico o el tipo de tráfico como telegrafía, transmisión de datos o música)
- Anotar nombres direcciones y teléfonos o cualquier dato que pueda servir al departamento de inspección para la identificación del usuario.
- En caso de tratarse de tráfico no autorizado deberá transcribirse y grabarse el tráfico cursado.

A1-- 5 Procedimientos de medición

Objetivo: realizar la medición de parámetros de señal para comprobar que estén dentro de los rangos autorizados.

A1-- 5.1 Medición de frecuencia [19][2]

Las mediciones de frecuencia son realizadas por las estaciones de monitoreo de todos los países para asegurar una correcta gestión del espectro radioeléctrico, ya que es la frecuencia central junto con las mediciones de ancho de banda las que dan orden a la distribución de frecuencias en todas las bandas del espectro radioeléctrico. Las mediciones de frecuencia y ancho de banda se realizan para mantener a los operadores dentro de los canales asignados y así evitar las interferencias entre frecuencias que ocupan canales adyacentes. Si no se verificaran éstos parámetros de manera rutinaria, éstas interferencias entorpecerían gravemente el buen funcionamiento de todos los sistemas distribuidos a lo largo del espectro radioeléctrico.

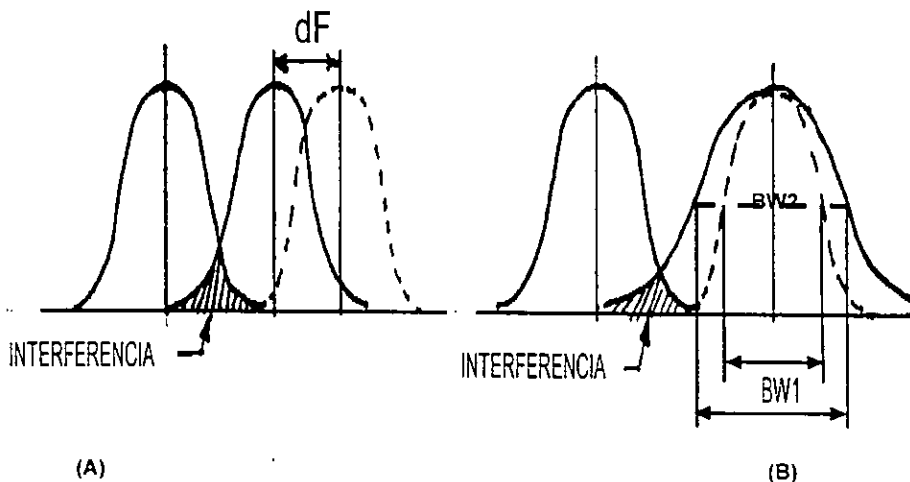


Fig. A.1 Interferencia entre canales adyacentes provocada por:

- A) Desviación de frecuencia (dF) con respecto a la frecuencia central asignada
- B) Ancho de banda excedido, donde $BW1$ es el ancho de banda autorizado y $BW2$ es el ancho de banda excedido

El principio utilizado por el sistema es el de comparación de la frecuencia medida con respecto a la frecuencia de salida de un contador de pulsos dentro del analizador de

espectro. Este contador tiene una precisión de $\pm 2\text{Hz}$ a 10KHz , que es la requerida por el CCIR. En el caso de las estaciones fijas tipos A1, B1 y B2, se dispone de un contador de frecuencias externo que permite una precisión de $\pm 1\text{ Hz}$, pero este no se encuentra disponible en las demás estaciones (incluyendo la Do) sólo se cuenta con el analizador de espectro.

La medición de señales manualmente es complicada por el hecho de que la frecuencia central de la portadora, varía constantemente. Esto es superado en el programa de operación tomando un gran número de mediciones y promediando el resultado.

Las tolerancias de frecuencia varían de acuerdo a la banda de frecuencia en que se está midiendo, ya que éstas aumentan proporcionalmente con la frecuencia y para cada rango de frecuencia se asigna una tolerancia especificada en partes por millón (ppm). Esta unidad facilita el cálculo de la tolerancia de la frecuencia específica, ya el número de partes por millón representa el número de Hz por cada MHz.

Medición por medio del programa de operación

- Realizar las misiones de monitoreo de frecuencia
- Elegir dichas misiones en la opción de vigilancia, o en la de supervisión, si se opta por esta última incluir profundidad de modulación en la lista de tareas de supervisión, tomando en cuenta que la medición por medio de vigilancia es más confiable pero requiere más tiempo.
- Si se eligió vigilancia, el sistema rastreará las frecuencias elegidas una por una y cada vez que se detenga en una frecuencia activa, se debe activar en el menú de MONITOREO DE FRECUENCIAS la medición de frecuencia.
- Una vez en la pantalla de apoyo a la medición, se activa la medición se debe esperar a que la medición se lleve a cabo. La medición deberá ser desactivada cuando se estabilicen los resultados (note que el resultado será más confiable mientras más tiempo se mantenga la medición ya que el sistema tomará más muestras para promediar).
- Pulsar el icono de guardar
- Si se eligió supervisión elegir la misión realizada y esperar que el sistema realice la medición automáticamente y esperar a que el sistema marca la finalización de la medición.
- Para visualizar el resultado de la medición o imprimir, pasar al icono de reportes en la pantalla principal.

Medición manual.

- Se introduce manualmente la frecuencia en el receptor de escucha y en el analizador de espectro.
- Se direcciona al receptor de escucha y al analizador de espectro la antena adecuada
- Se congela la imagen en el analizador de espectro.

- Se define el valor máximo de cresta como el nivel de referencia cero usando el marcador del cursor
- Se toma la lectura de frecuencia en el valor de cresta.

A1-- 5.2 Medición de ancho de banda [2][21][25]

Según la definición adoptada en el reglamento de radiocomunicaciones (Ginebra 1979) se entiende por ancho de banda, la anchura de la banda de frecuencias tales que por debajo de su limite inferior y por encima de su frecuencia limite superior se emitan potencias medias iguales cada una a un porcentaje especificado $\beta/2$ de la potencia media total de una emisión dada.

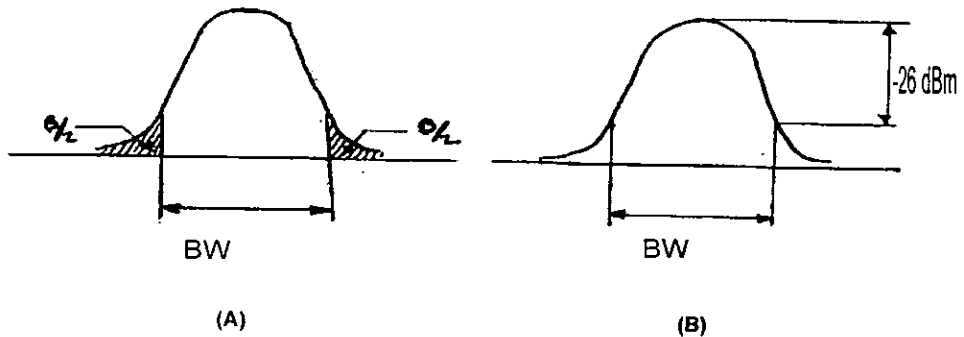


Fig. 4.2 A) Definición de ancho de banda según el CCIR
B) Método alternativo (X-dB) propuesto por la FCC

En la práctica es muy difícil medir el ancho de banda de acuerdo con la definición anterior, por lo que la FCC recomienda un método para la medición de ancho de banda, el cual se aproxima bastante a las mediciones requeridas.

La recomendación define dos niveles, -6dB y -26dB con respecto al nivel de referencia cero de la señal en el cual debe medirse el ancho de banda. Este ya ha sido determinado para ciertas clases de señal. En algunos casos, valores que difieren de -26dB brindan resultados más precisos, por lo que los -26 dB asumidos pueden ser modificados por el operador dentro del programa de operación.

Para el caso de AM el nivel de referencia de la señal es medido por el programa de operación y utilizado como referencia cero, en el caso de FM el ancho de banda de resolución en el cual no ocurren más cambios es usado en una fórmula para corregir el nivel de cresta y determinar el nivel cero de referencia. El nivel absoluto en el cual el ancho de banda es medido, es determinado sustrayendo 6 dB y 26 dB del nivel de referencia cero.

La envolvente de la señal es probada entonces punto por punto desde los niveles mínimos tanto de la izquierda como de la derecha, hasta que el primer nivel de -26 dB y luego el de -6 dB sean alcanzados y se registra la frecuencia correspondiente. El ancho de banda para cada uno de los niveles es la diferencia entre las lecturas de frecuencia en el lado izquierdo y derecho de la envolvente.

Procedimiento de medición por medio del programa de operación:

- Realizar las misiones de las frecuencias a medir el ancho de banda (si las misiones ya fueron creadas con anterioridad ya no es necesario volverlas a hacer)
- Pasar a la opción de VIGILANCIA o SUPERVISION
- Elegir las frecuencias a medir
- Activar el rastreo

- Si se eligió SUPERVISION, esperar a que el sistema concluya la tarea, y una vez que haya terminado, pasar a la opción de REPORTE para visualizar los resultados en pantalla y/o imprimirlos (en este caso la variable a medir, el ancho de banda, se elige al realizar la misión).

- Si se eligió VIGILANCIA, cuando se detenga el sistema en la primera frecuencia activa, elegir la variable de intensidad de campo para pasar a la pantalla de apoyo, activar la medición y detenerla cuando se establezca el resultado promedio de la medición, guardar el valor promedio o máximo según se desee y activar nuevamente el rastreo para pasar a la siguiente medición.

- Realizar la misma operación hasta terminar con las frecuencias activas.
- Pasar a REPORTE para visualizar los resultados.

Nota: en ocasiones debido a que la medición tarda algunos segundos en realizarse, es posible que al realizarse el barrido para buscar el valor de -6 y -26 dB, la actividad de una señal vecina interfiera con la medición provocando una medición errónea, por lo que es recomendable supervisar el desempeño de esta medición cuando se está realizando en el analizador de espectro y así verificar que el nivel de -26dB corresponde a la señal que se está midiendo.

Procedimiento de medición manual:

Este procedimiento corresponde al uso del analizador de espectro de forma independiente al sistema. El procedimiento sería el siguiente:

- Se introduce manualmente la frecuencia en el receptor de escucha y en el analizador de espectro.

- Se direcciona al receptor de escucha y al analizador de espectro la antena adecuada
- Se define el valor máximo de cresta como el nivel de referencia cero usando el marcador del cursor
- Se desplaza el cursor hacia la izquierda hasta que la diferencia entre el nivel del marcador y del cursor sea -26 dB (o en su caso -6dB)
- Se define este nuevo punto como el nivel de referencia cero
- Se desplaza el cursor hacia la derecha hasta que la diferencia de nivel entre marcador y el cursor sea cero
- Se toma la lectura de la diferencia de frecuencias entre el marcador y el cursor

A1-- 5.3 Mediciones de intensidad de campo magnético

La medición de intensidad de campo se refiere a la determinación de la componente de campo eléctrico (E) de la señal electromagnética transmitida. Esta variable es obtenida de manera indirecta a través de la medición del voltaje inducido sobre la antena de recepción que varía de manera proporcional a la intensidad de campo. Para medir este voltaje se utiliza el analizador de espectro y, la lectura obtenida es enviada a la computadora principal, la cual realiza la conversión de unidades y los ajustes necesarios tomando en cuenta la atenuación provocada por los distintos componentes del sistema.

Las mediciones de intensidad de campo magnético obedecen a los siguientes propósitos principalmente:

- Medición de la potencia radiada (para determinar niveles de emisiones, así como de posibles interferencias y asegurar el cumplimiento de las regulaciones de radio además de la medición de fenómenos de propagación para el desarrollo y prueba de modelos)
- Planificación de una red (determinando la efectividad de una fuente de emisión con respecto a la señal deseada o el grado de supresión de una señal no deseada.)
- Determinación de zonas de cobertura (para estudio de nuevas asignaciones de frecuencias)
- Estudio de las interferencias
- Registro de las características de las antenas (realizando mediciones para comprobar sus especificaciones).

La unidad de medición de intensidad de campo usada es el V/m y submúltiplos decimales. En la aplicación específica del monitoreo de frecuencias comúnmente se utiliza el microvolt por metro ($\mu\text{V/m}$) ya que su magnitud es más apropiada para estas mediciones.

La variedad de equipos utilizados para mediciones de intensidad de campo y la necesidad frecuente de cotejar los resultados entre éstos equipos, involucra diferentes unidades de medición frecuentemente relacionadas con el decibel,. En el caso concreto de la unidad móvil D0, con la que se va ha trabajar, se observa que la medición de intensidad de campo,

está dada en dB $\mu\text{V/m}$, mientras que la medición que puede obtenerse con el analizador de espectro está dada en dBm, esto aunado a la posibilidad de que la información debe cotejarse pueda estar dada en $\mu\text{V/m}$ que son las unidades propias de la intensidad de campo, o que quizás se trate de una potencia radiada en Wats, hace necesario un análisis específico de las unidades que podrían estar presentes durante el desarrollo de las mediciones de intensidad de campo.

El Decibel [24]

El decibel tan utilizado en las telecomunicaciones fue adoptado por primera vez en la conferencia internacional de Acústica celebrada en París en 1937. Fue creado por los ingenieros de la empresa Bell Telephone System (EUA), ante la necesidad que tenían de dar solución a algunos problemas que se presentaban en las líneas durante la transmisión de señales de una central a otra, como por ejemplo, la pérdida de energía o atenuación de tales señales. También fueron esos ingenieros los que le asignaron su nombre en honor de Alexander Graham Bell, inventor del teléfono. El decibel se define como un nivel de potencia igual a 10 veces el logaritmo de la relación de una potencia dada con respecto a otra tomada como referencia, o sea que se trata de una unidad logarítmica. La anterior definición se originó por el hecho de que el oído humano responde de manera logarítmica los cambios de intensidad de sonido. Dicho en otras palabras, un aumento o una disminución en la intensidad sonora, corresponde a la relación de potencias involucradas y es prácticamente independiente del valor absoluto de dichas potencias.

La cantidad de decibeles correspondiente a la relación entre dos potencias determinadas está dada por la siguiente fórmula:

$$dB = 10 \log \left(\frac{P_2}{P_1} \right) = 10 \log \left(\frac{E_2^2}{R_2} \right) \left(\frac{E_1^2}{R_1} \right) \quad \dots(1)$$

Donde: P_1 / P_2 Es la relación entre los niveles de potencia que están siendo comparados.

E_2 y E_1 son los voltajes de señal que aparecen en las respectivas cargas R_2 y R_1

R_2 sería la resistencia de carga en un circuito receptor y R_1 sería una carga de referencia y la relación entre niveles de potencia se obtendría de manera indirecta usando los voltajes medidos en estas cargas y los valores conocidos de R_1 y R_2

Si $R_1=R_2$:

$$dB = 20 \log \left(\frac{E_2}{E_1} \right) \quad \dots(2)$$

Si R_2 es diferente a R_1 , la ecuación (1) se puede escribir de la siguiente manera:

$$dB = 20 \log \left(\frac{E_2}{E_1} \right) + 10 \log \left(\frac{R_1}{R_2} \right) \quad \dots(3)$$

Las ecuaciones (2) y (3) indican que la medición de decibeles se relaciona también con la medición de voltajes y que es posible además de efectuar operaciones de ganancia o pérdida de decibeles a partir de dichos voltajes. Con objeto de no efectuar operaciones de ganancia o pérdida de decibeles a partir de dichos voltajes y con el objeto de no efectuar operaciones aritméticas engorrosas, en los instrumentos dedicados a la medición de niveles de señal, se proveen escalas calibradas en decibeles, además de las usadas en la medición de voltajes.

La ecuación (1) muestra que el decibel no es una unidad absoluta sino que refleja un cambio de potencia, así el valor en dB representado por un cambio de dos potencias audibles de 1 mW a 10 mW respectivamente sería:

$$dB = 10 \log\left(\frac{10}{1}\right) = 10 \quad \dots(4)$$

Pero éste sería también el valor en dB representado por un cambio de 10 mW a 100mW, o de 100 mW a 1 W etc.

Por lo anterior se deduce que, a menos que se utilice algún nivel de referencia, las mediciones de dB no pueden usarse para reflejar niveles de potencia absoluta. Esto es lo que ha dado lugar a los diversos tipos de decibeles que hay actualmente en uso al basarse en un diferente nivel cero todos ellos; y la escala en dB de un medidor determinado se relaciona ya sea con un tipo o con otro, cosa que es especificada por el fabricante del instrumento.

El dBm.

Comenzaremos por analizar el dBm cuyo nivel de referencia está basado en 1mW a través de una resistencia de carga especificada. Como se estableció antes, la medición de los voltajes es básica en la determinación del decibel, por lo que se requerirá un factor de corrección si las mediciones se realizan a través de cualquier otra resistencia de carga que sea diferente a la escala de dB en que se están efectuando las mediciones. En el caso del dBm, resulta sencillo calcular el voltaje necesario para producir 1 mW sobre cualquier resistencia de carga, digamos 600 ohms:

$$E = \sqrt{0.6} = 0.775 \quad \dots(5)$$

También resulta fácil encontrar la cantidad de dB correspondiente a cualquier voltaje E en un determinado tipo de decibel. Por ejemplo, en el caso que nos ocupa de 600 ohms, el número de decibeles sería:

$$N (dBmV) = 20 \log\left(\frac{E}{0.775}\right) \quad \dots(6)$$

o bien sobre 135 ohms:

$$N (dBm V) = 20 \log \left(\frac{E}{0.3674} \right) \quad \dots(7)$$

y sobre 135 ohms:

$$dBm V = 20 \log(E/0.2236)$$

Los ejemplos anteriores se basan en la medición de un voltaje E a través de una resistencia de carga determinada, pero en el caso de un medidor calibrado simplemente en dBm, se aplica la fórmula (1), por lo que tendremos:

$$dBm = 10 \log (P2/P1)$$

en que P2 es la potencia en el punto del circuito en el cual se efectúa la medición, y P1 es 1mW. Por tanto, si leemos en el aparato de medición un valor de 20 dBm, esto quiere decir que la potencia será de 100 mW; si leemos 17 dBm, la potencia será de 50 mW; si leemos -10dBm, la potencia será de 0.1 mW y así sucesivamente.

El dBu

El dBu se utiliza muy ampliamente en las radiocomunicaciones. dado que su nivel cero de referencia corresponde a 1 $\mu V/m$, que resulta una unidad bastante apropiada para la medición de intensidad de campo eléctrico de una señal de radio. A menudo se confunden los conceptos de voltaje de señal (μV) con el de intensidad de campo ($\mu V/m$). Mientras que el primero se refiere exclusivamente al voltaje que produce una señal determinada, entre las terminales de una antena en circuito abierto, sin importar las características tanto de señal misma como de la antena, el segundo se determina en función del voltaje que aparece entre dos puntos separados un metro entre sí y contenidos en una misma línea eléctrica de fuerza en el plano frontal de la onda, lo que la influencia de las características de la antena será importante en la medición y deberá incluirse un factor k de antena, cuyo valor será también dependiente de la frecuencia de la señal, debiéndose tomar en dirección del lóbulo principal de radiación de la antena (0 grados) mas la atenuación inducida por los demás componentes del sistema.

Determinación de la intensidad de campo

La medición de la intensidad de campo que se despliega en la pantalla de la computadora, es la intensidad de la señal en $dB\mu V/m$ recibida en la antena. El analizador de espectro mide la intensidad de la señal en dBm en su entrada y como la antena misma tiene una ganancia (o incluso una posible pérdida), además de las pérdidas en los cables que debido a su gran longitud puede no ser despreciable, entonces el programa del programa de

operación debe compensar cada resultado del analizador de espectro para compensar por todos estos factores.

La fórmula utilizada por el programa de operación es:

$$E(\text{dB}\mu\text{V/m}) = SA + AF + CL - AS + 107$$

Donde:

- SA Es el resultado del analizador de espectro en dBm.
- AF Es el factor de antena para la antena especificada en la misión de la frecuencia.
- CL Es la pérdida en el cable debido a la longitud del cable de la antena especificada
- AS Es la pérdida o ganancia provocada por el selector de antena tomando en cuenta si el atenuador y el filtro de VHF están accionados.
- 107 Es el factor de conversión entre dBm y dB μ V/m.

La fuente de los factores AF, CL y AS son:

Factor de antena (AF)

Para cada antena y de acuerdo a su rango de frecuencia, existe una tabla de factores del sistema que contiene en la primera columna los factores de antena para varias frecuencias. Para encontrar el factor de antena para una antena a una frecuencia específica se debe hacer interpolación con los factores de antena de los valores de frecuencia más próximos entre los que se encuentre la frecuencia que se está usando.

Pérdidas en los cables (CL)

Las pérdidas de en los cables dependen del tipo de cable usado, la longitud del cable y de la frecuencia de la misión.

La base de datos de la computadora del sistema contiene una tabla en la que se especifican dos longitudes de cable para cada antena, (una longitud que corresponde a la distancia del selector de antenas al panel de conexiones y otra corresponde a la distancia entre el panel de conexiones y la antena), y el tipo de cable usado para cada longitud. Para cada tipo de cable existe una fórmula en la que se debe usar la longitud del cable y la frecuencia de la misión para calcular las pérdidas. La suma de las pérdidas de ambos cables es el factor CL.

Las fórmulas para los cables usados son:

TIPO DE CABLE	FORMULA
LMR600	CL=0.2477*√FREQ + 0.00853*FREQ Por cada 100m
RG214	CL= 0.54*√FREQ + 0.01625*FREQ Por cada 100m
RG213	CL= 0.58*√FREQ + 0.00996*FREQ Por cada 100m
RG223	CL= 13*√FREQ + 0.035 *FREQ Por cada 100m
RG142	CL= 14*√FREQ + 0.0085 *FREQ Por cada 100m

La fórmula de interpolación es:

Si CL es la pérdida en los cables requerida a la frecuencia f y las correspondientes CL para Fn abajo de f y Fn+1 arriba de f son CLn y CLn+1 entonces :

$$CL=CLn + (CLn+1 - CLn)*(f - Fn)/(Fn+1 - Fn)$$

Pérdidas en el selector de antenas (AS)

Cada canal del selector de antenas tiene ligeras variaciones en ganancia de acuerdo a la frecuencia y existen ligeras variaciones de dependiendo de, si el amplificador del selector de antenas está prendido o apagado. Este factor se encuentra en la base de datos en la tabla de los factores del sistema ocupando dos columnas, la primera toma en cuenta todas las atenuaciones provocadas por el selector de antenas incluyendo los filtros de entrada para cada antena sin el amplificador encendido, mientras que la segunda columna representa la atenuación correspondiente con el amplificador apagado. Para determinar la pérdida en el selector de antenas se interpola entre las atenuaciones correspondientes a las frecuencias adyacentes.

Las tablas de factores de antena y de la longitud de los cables pueden ser consultadas para realizar verificaciones de funcionamiento y también pueden ser editados por el operador desde el programa de programa de operación para compensar futuros cambios de antenas y longitudes de cables. La capacidad del sistema también prevé la adición de hasta dos antenas más con la disponibilidad de dos puertos libres en el selector de antenas y su correspondiente espacio en la base de datos para las longitudes de los cables y sus factores de antena.

Procedimiento de medición por programa de operación.

Para realizar la mayoría de las mediciones por programa de operación se dispone de dos opciones, una es usando la opción de SUPERVISION y la otra es usando la opción de VIGILANCIA. Con la primera se seleccionan las frecuencias de las señales a las que se les va a medir la intensidad de campo y después se elige medir esta variable. Al iniciar la

operación, el sistema automáticamente rastreará la frecuencia indicada, realizará la medición durante un tiempo preestablecido, almacenará el resultado y comenzará a rastrear la siguiente frecuencia, y así sucesivamente hasta terminar con todas las frecuencias elegidas. La opción de VIGILANCIA sigue un procedimiento similar, se eligen las frecuencias y se activa el rastreo, pero en esta opción se detendrá cuando encuentre la primera frecuencia activa, una vez hecho esto, el operador deberá elegir esta variable y entonces dispondrá de una pantalla de apoyo a la medición que estará desplegando el valor máximo, el valor promedio y el último valor durante el tiempo que el operador considere pertinente. La ventaja de esta última opción es que el operador puede controlar el tiempo de medición y mientras mayor sea el tiempo, se estarán tomando más muestras y se tendrá mayor precisión en la medición. En otras palabras, la opción de SUPERVISION es más rápida, lo cual es muy importante cuando se requiere tomar mediciones de un gran número de frecuencias, pero es menos precisa ya que el tiempo de muestreo es reducido y cuando se trata de emisiones que no son constantes se corre el peligro de que no se realice la medición por no coincidir la actividad de la señal con el momento en que se realizó la medición por lo que se tendría que repetir la medición de dicha frecuencia apoyándose en los resultados del reporte impreso.

En términos generales, la opción de supervisión se usará cuando se trate de medir un grupo grande de frecuencias o cuando se trate de señales que operen de manera continua.

El procedimiento de medición por programa de operación sería el siguiente:

- Realizar las misiones de las frecuencias a medir la intensidad de campo (si las misiones ya fueron creadas con anterioridad ya no es necesario volverlas a hacer).
- Pasar a la opción de VIGILANCIA o SUPERVISION
- Elegir las frecuencias a medir
- Activar el rastreo
- Si se eligió SUPERVISION, esperar a que el sistema concluya la tarea, y una vez que haya terminado, pasar a la opción de REPORTES para visualizar los resultados en pantalla y/o imprimirlos (en este caso la variable a medir, intensidad de campo, se elige al realizar la misión).
- Si se eligió VIGILANCIA, cuando se detenga el sistema en la primera frecuencia activa, elegir la variable de intensidad de campo para pasar a la pantalla de apoyo, activar la medición y detenerla cuando se estabilice el resultado promedio de la medición, guardar el valor promedio o máximo según se desee y activar nuevamente el rastreo para pasar a la siguiente medición.
- Realizar la misma operación hasta terminar con las frecuencias activas.
- Pasar a REPORTES para visualizar los resultados

Procedimiento de medición manual

El medir la intensidad de campo de manera manual podría parecer impráctico teniendo en cuenta que se tiene la opción de usar el programa de operación, sin embargo con el fin de

hacer frente a alguna posible falla en las computadoras, en el monitor en o el receptor de rastreo, podría resultar de utilidad tener algún método alternativo.

Para usar el procedimiento manual se requiere que estén en funcionamiento el receptor de escucha correspondiente, el selector de antenas y el analizador de espectro. El receptor de escucha es necesario para corroborar la señal que estamos midiendo, el selector de antenas para dirigir la antena correspondiente al analizador y al receptor, y el analizador de espectro es el que realizará la medición.

El procedimiento es el siguiente:

- Se introduce manualmente la frecuencia en el receptor de escucha y en el analizador de espectro.
- Se direcciona al receptor de escucha y al analizador de espectro la antena adecuada
- Se utiliza la opción “máximo” del analizador de espectro. con lo que se tendrá una envolvente de los valores máximos de la señal.
- Se mide el valor máximo de la señal mediante el cursor
- Se anotan los valores obtenidos en dBm del analizador de espectro para su posterior conversión a dB μ V/m usando las mismas fórmulas del programa de operación que se mencionan al inicio de este tema junto con las tablas de longitudes de cables y factores de antena que se encontrarán disponibles en la base de datos de la unidad móvil o en la estación regional.

A1-- 5.4 Ocupación del espectro

La medición de ocupación del espectro consiste en identificar las frecuencias activas de una determinada banda de frecuencias. La función de ocupación implementada en el programa de operación cumple este objetivo proporcionando un reporte en el cual especifica el porcentaje de tiempo al aire cada dos horas de cada frecuencia seleccionada.

Esta medición sirve a los siguientes propósitos:

- Localizar frecuencias libres para nuevas asignaciones.
- Verificar el cese de operaciones a las estaciones a las que se les ha retirado la licencia de transmisión.
- Verificar que las estaciones con horario restringido cumplan con las condiciones de su licencia.
- Apoyar los procedimientos de escucha para identificación de usuarios (en estos procedimientos, esta función se utiliza como filtro rápido para discriminar frecuencias inactivas)

- Determinación de horarios de operación de las estaciones no autorizadas con el fin de planear su localización.

La función de ocupación de la que ya se hablo en el capítulo de programa de operación, se realiza en el plano secundario del ambiente Windows, lo cual permite que una vez que se ha puesto en marcha el muestreo de frecuencias de ocupación, el plano primario queda disponible para realizar mediciones, declarar nuevas misiones, o realizar reportes. Sin embargo es conveniente recalcar que existe un compromiso entre las actividades de los planos primario y secundario, ya que para realizar cualquier medición es necesario utilizar el receptor de rastreo para localizar cada frecuencia a medir y este mismo receptor es el que realiza la función de ocupación, por lo que cuanto más tiempo se utilice el receptor de rastreo para realizar mediciones, menor será el número de muestras tomadas para determinar la ocupación de frecuencias. Es por esto que el reporte de ocupación cuenta con dos columnas de resultados, una es el porcentaje de ocupación y la otra es el número de muestras que fueron tomadas para determinar dicho porcentaje. por lo cual queda a criterio del operador tomar aceptar la medición como cierta o volver a realizar la medición posteriormente.

Como criterios de operación puede decirse que si se requiere mayor seguridad en la medición de ocupación deberá permitirse al equipo realizar solamente esta función o realizar el mínimo posible de mediciones. Por el contrario, si no es posible esto, deberá tenerse en cuenta al analizarse la información que con pocas muestras no se garantiza que una lectura de 0% de ocupación corresponda a una frecuencia despejada o que una lectura de 100% corresponda a una estación que opera permanentemente. Por otro lado, niveles altos de muestreo con niveles altos de ocupación garantizan la ocupación de la frecuencia y podrá procederse a la identificación del usuario y niveles altos de muestreo sin ocupación indican que la frecuencia está libre y debe procederse a verificar que en efecto así lo esté de acuerdo con la base de datos de la estación regional.

Procedimiento de medición por programa de operación:

- Realizar la misión de ocupación en la función MISIONES del programa de operación
- Seleccionar OCUPACION en la pantalla principal
- Definir la fecha y la hora de arranque y de finalización de la tarea de ocupación.
- Activar la tarea de ocupación con la tecla START.

Una vez finalizado el proceso o durante el mismo se podrán visualizar el reporte de resultados de esta tarea en la opción de REPORTES.

Procedimiento manual

El procedimiento manual consistiría en sintonizar el receptor en la frecuencia indicada esperar algunos minutos en espera de señal antes de pasar a la siguiente frecuencia.

A1-- 5.5 Medición de ruido

Esta medición se realiza cuando es solicitada por algún usuario con el fin de realizar estudios para calibrar niveles de “Squelch” (umbral de activación del receptor). En el caso de la red de estaciones de comprobación técnica puede ser usado para localizar posibles lugares para el establecimiento de nuevas estaciones. La medición de ruido se realiza mediante una función de medición incorporada del analizador de espectro en el cual se determina el nivel de piso de ruido en un ancho de banda de 25KHz en el cual no debe haber ninguna señal. Esta medición puede activarse desde el programa de operación o directamente en el analizador de espectro.

Medición por programa de operación:

- Se realiza la misión correspondiente a la frecuencia elegida (no debe haber señales en un ancho de banda de 25KHz) en la función de MISIONES
- Se pasa a la función de vigilancia y se elige la función elegida
- Una vez que la frecuencia ha sido localizada, se entra a la función de FREQUENCY MONITORING. y se elige NOISE
- Una vez que se ha entrado a la pantalla de medición se activa la medición con START.
- El resultado se almacena una vez que ha llegado a un valor estable.

Medición manual

- Se introduce la frecuencia en el analizador de espectro y al receptor de escucha
- Se direcciona la antena deseada al analizador de espectro y al receptor de escucha
- Se selecciona la función de ruido del analizador de espectro
- Se toma la lectura del analizador de espectro.

A1-- 5.6 Profundidad de modulación en AM [2][21][25]

Esta medición se lleva a cabo para verificar la calidad de una transmisión comercial de AM y está definida como la relación entre la señal moduladora y la portadora no modulada. Se define como la relación entre la amplitud de la banda lateral con respecto a la amplitud de la portadora (cuando se mide en unidades lineales) expresada en porcentaje.

Existen varias formas de calcular la profundidad de modulación, una de las más fáciles es usando la siguiente fórmula:

$$\text{Profundidad de Modulación} = \frac{E_{\text{máx}} - E_{\text{mín}}}{E_{\text{máx}} + E_{\text{mín}}} \times 100$$

En la mayoría de los casos, la señal modulada en amplitud es más eficaz, mientras mayor sea la profundidad de modulación, sin embargo, por lo general debe evitarse la sobremodulación ya que esta produce distorsión considerable en la envolvente de la modulación de la portadora. El modo en la sobremodulación distorsiona a una señal se aprecia en la siguiente ilustración:

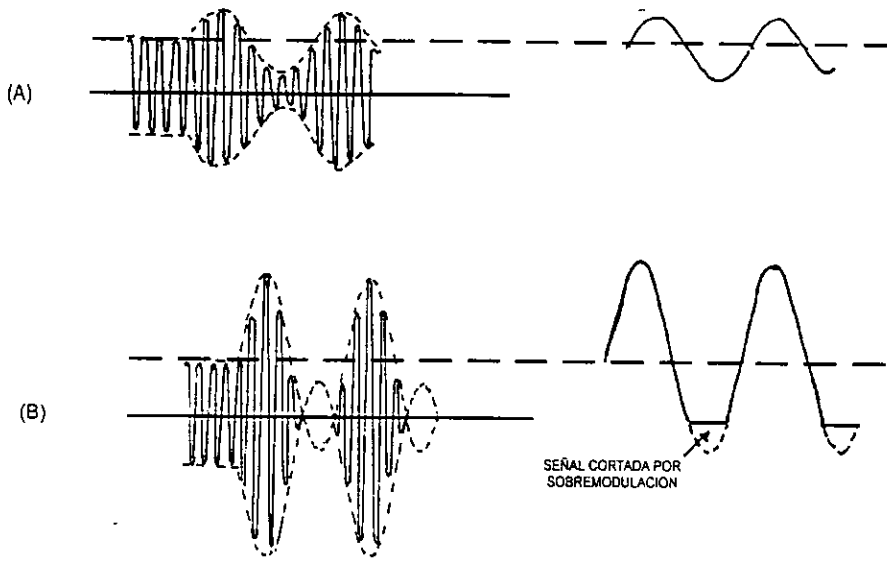


Fig.4.3 Sobremodulación: la figura A) muestra a la izquierda una señal modulada en amplitud, y a la derecha se muestra que la señal se recupera completamente, mientras que en la figura B) se muestra una señal sobremodulada ya la derecha se muestra que la señal recuperada tiene cortes que representan pérdida de información.

Si la amplitud de pico a pico de la señal moduladora es mayor que la de la portadora no modulada, entonces los valores máximos positivos de la señal moduladora hacen que los valores de pico a pico de la portadora modulada aumenten al doble de su valor original. Esto no sería un problema, pero cada vez que la señal moduladora llegue a sus valores máximos negativos, y estos son mayores que la amplitud de la portadora no modulada, se corta o se cancela la portadora ya que su amplitud no puede ser menor que cero. Por lo tanto cada vez que la señal moduladora pasa por sus valores máximos negativos, las variaciones de la portadora ya no siguen a las de aquella y parte del ciclo queda cortado provocando distorsión o falta de claridad en la señal recibida.

Medición por programa de operación:

El algoritmo que se realiza para tomar esta medición se basa en la medición por medio del analizador de espectro de el nivel de cresta de la señal. Con este nivel se centra la señal en analizador de espectro y se ajusta el ancho de banda de tal manera que se visualice toda la señal en la pantalla, después se hace un barrido simple para determinar el nivel de una de las bandas laterales, este valor y el valor de cresta son convertidos a unidades lineales y a partir de ellos se calcula la profundidad de modulación. Los pasos a seguir dentro del programa de operación del sistema son los siguientes:

- Realizar las misiones de monitoreo de frecuencia
- Elegir dichas misiones en la opción de vigilancia, o en la de supervisión, si se opta por esta última incluir profundidad de modulación en la lista de tareas de supervisión, tomando en cuenta que la medición por medio de vigilancia es más confiable pero requiere de más tiempo.
- Si se eligió vigilancia, el sistema rastreará las frecuencias elegidas una por una y cada vez que se detenga en una frecuencia activa activar en monitoreo de frecuencias la medición de profundidad de modulación.
- Una vez en la pantalla de apoyo al medición activar la medición y desactivarla cuando se establezca el resultado (note que el resultado será más confiable mientras mas tiempo se mantenga la medición).
- Pulsar el icono de guardar
- Si se eligió supervisión elegir la misión realizada y esperar que el sistema realice la medición automáticamente y esperar a que el sistema marca la finalización de la medición.
- Para visualizar el resultado de la medición o imprimir, pasar a reportes en la pantalla principal.

Medición manual:

La medición manual se llevará siguiendo el algoritmo del programa de operación

- Sintonizar la frecuencia a monitorear en el receptor de escucha.
- Sintonizar la frecuencia a monitorear en el analizador de espectro.
- Dirigir la antena deseada a ambos dispositivos
- Una vez que se tenga recepción visual y sonora centrar la frecuencia en el analizador de espectro
- Ajustar el ancho de banda de modo que se visualice toda la señal en la pantalla. Por medio del la función de cursor tomar la medición de cresta y de la banda lateral
- Pasar ambas mediciones a unidades lineales y calcular la profundidad de modulación por medio de la fórmula que se presenta al inicio de este apartado

A1-- 5.7 Porcentaje de modulación FM [2][21][25]

La medición del porcentaje de modulación en FM no tiene el mismo significado que la profundidad de modulación de AM. Esta medición se usa como un método alternativo para verificar que el ancho de banda de una señal de FM se mantenga dentro del rango permitido.

La medida de modulación difundida por el ITU es el índice de modulación de FM el cual está definido como la desviación instantánea medida entre la frecuencia de modulación instantánea medida, en otras palabras se trata de la desviación de la frecuencia central de portadora como resultado de la modulación. Este índice de modulación es el resultado de dos mediciones, una de las cuales no puede ser medido por el analizador de espectro debido a su límite inferior de 9KHz.

El reglamento de telecomunicaciones de la FCC no define un índice de modulación de FM, sino un porcentaje de modulación (cap. 73.311 pág. 126). La definición es "la relación de la desviación de la portadora entre la máxima desviación de frecuencia permitida definida como 100% de modulación expresada en porcentaje. Por ejemplo, para estaciones radiodifusoras en FM, una desviación de frecuencia de 75 kHz es definida como el 100%. Esta definición brinda una indicación mucho más sutil de la desviación de frecuencia, ya que resulta obvio que si el porcentaje de modulación es menor a 100%, la desviación de frecuencia (y por lo tanto el ancho de banda también) está dentro del rango permitido.

Medición por programa de operación:

- Realizar las misiones de monitoreo de frecuencia
- Elegir dichas misiones en la opción de vigilancia, o en la de supervisión, si se opta por esta última incluir profundidad de modulación en la lista de tareas de supervisión, tomando en cuenta que la medición por medio de vigilancia es más confiable pero toma mas tiempo.
- Si se eligió vigilancia, el sistema rastreará las frecuencias elegidas una por una y cada vez que se detenga en una frecuencia activa activar en monitoreo de frecuencias la medición de profundidad de modulación.
- Una vez en la pantalla de apoyo al medición activar la medición y desactivarla cuando se estabilice el resultado (note que el resultado será más confiable mientras mas tiempo se mantenga la medición).
- Pulsar el icono de guardar
- Si se eligió supervisión elegir la misión realizada y esperar que el sistema realice la medición automáticamente y esperar a que el sistema marca la finalización de la medición.
- Para visualizar el resultado de la medición o imprimir, pasar a reportes en la pantalla principal.

Procedimiento manual:

- Sintonizar la frecuencia a monitorear en el receptor de escucha.
- Sintonizar la frecuencia a monitorear en el analizador de espectro.
- Dirigir la antena deseada a ambos dispositivos
- Una vez que se tenga recepción visual y sonora centrar la frecuencia en el analizador de espectro
- Activar la función MAX HOLD, para generar una envolvente con los valores máximos
- Medir con el cursor la desviación de la cresta.

A1-- 5.8 Medición de Parámetros de TV.

A1-- 5.8.1 La señal de televisión. [1]

La señal usada para la transmisión de TV. está formada por varias partes o componentes individuales. Básicamente la señal TV transmitida consiste en dos portadoras separadas, una modulada de acuerdo con la parte de audio y otra con la parte visual o de video. Un receptor de televisión recibe ambas portadoras simultáneamente, refuerza o amplifica el nivel de ambas y luego las separa para su demodulación. La parte de sonido o audio de la señal de TV es una onda estándar de FM. mientras que para la de video se usa una portadora modulada en amplitud.

En una señal compuesta de TV se tiene un ancho de banda de 6khz. la portadora de video (piloto) se encuentra a 1.25 MHz del nivel inferior del canal. la portadora de sonido se encuentra a 4.5 MHz por encima de la portadora de video. La información de sonido lleva una portadora normal de doble banda lateral, mientras que para la de video se emplea una portadora de banda lateral residual. La portadora de audio tiene una frecuencia central de que está a 0.25 MHz del extremo superior del canal. Si se usara la modulación convencional de doble banda lateral . las frecuencias moduladoras más altas que podrían transmitirse en la señal de video sería de unos 2.85 MHz, lo cual es insuficiente ya que la mayor parte de detalle de la imagen está representada por frecuencias superiores a los 2.85 MHz . Por esta razón lo más conveniente es el método de modulación en banda lateral residual.

La parte de video de una señal de televisión consta de una portadora de AM cuyas variaciones en amplitud corresponden a una escena original, y luego, después de la transmisión se reproduce la imagen a partir de la escena modulada. Esencialmente. la escena por transmitir se explora o barre por medio de circuitos electrónicos que producen una salida de voltaje proporcional a la brillantez o falta de ella en el área particular recorrida. El barrido divide la escena en muchas líneas horizontales, cuya brillantez varía de una parte a otra En efecto, la escena se divide continuamente y cuya amplitud es proporcional a la brillantez instantánea de cada punto en las líneas. El voltaje variable es la señal moduladora que se usa para modular en amplitud a la portadora.

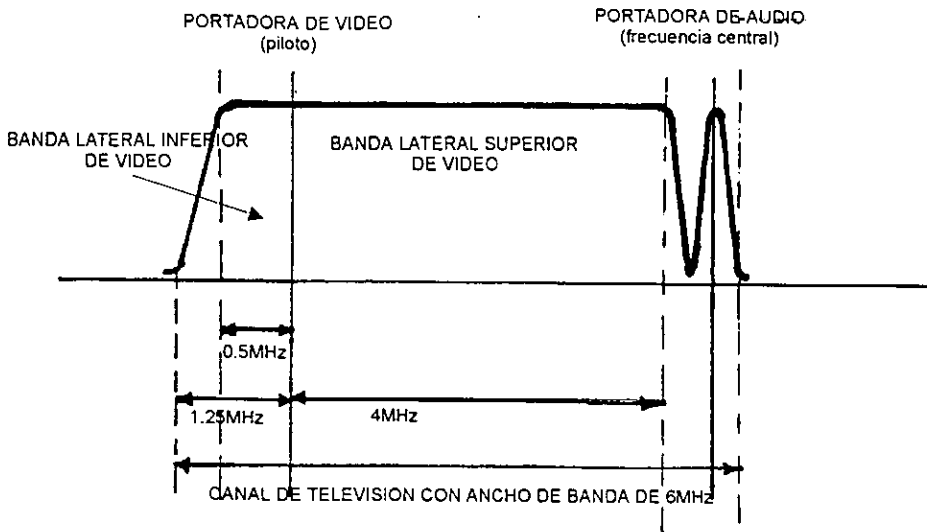


Fig.A.4 Curva simplificada de la señal de T.V.

Una vez transmitida la señal, en el proceso de demodulación, un voltaje variable que corresponde a la señal moduladora se recupera de la portadora, entonces, este voltaje al variar su amplitud regula la intensidad de un haz electrónico producido en el tubo de imagen del receptor de televisión. El haz de electrones barre la cara del tubo de imagen siguiendo la misma secuencia en que fue explorada la escena original, de modo que las variaciones de intensidad de este haz que incide en la cara del tubo de imagen corresponden a las variaciones de brillantez y sombras de la escena original.

En la televisión estándar, la señal de video produce una imagen constituida por 525 líneas horizontales de brillantez instantánea variable.

En la señal de televisión en blanco y negro, la parte de la señal que representan la información de la señal son simplemente variaciones de amplitud que corresponden a los efectos de luz y sombra de la imagen original. La mismas partes en una señal a color, aunque siguen siendo variaciones en amplitud, constituyen una representación compleja de los colores y la brillantez de la escena. Además, la señal de color tiene un tipo adicional de pulsos que constituyen la señal de sincronización de color, que sigue inmediatamente después de los pulsos de sincronismo horizontal.

En la señal de video a color; la parte correspondiente a la información de imagen está compuesta de información de color, así como de la brillantez o sombra. Para generarla se requieren varias etapas. En la primera, se producen separadamente tres señales de imagen

en color de la escena por transmitir. Cada señal se produce de la misma manera que la señal moduladora para la televisión en blanco y negro.

Una de dichas señales es para el rojo y consiste en un voltaje cuyas variaciones de amplitud corresponden al los diferentes tonos de rojo en la escena explorada. Las otras dos señales son para el verde y el azul y consisten en voltajes que varían en forma similar con los tonos de verde y azul de la escena televisada. Estos tres colores primarios: rojo, verde y azul constituyen la base de la señal de color, porque la mayor parte de los demás colores, incluyendo el blanco, se pueden obtener mezclando aquellos en proporciones adecuadas. Una vez producidas las tres señales de color de video, se mezclan o combinan entre sí para producir lo que se llama señal de luminancia, que corresponde a las variaciones de brillantez y oscuridad, y la señal de crominancia, que corresponde a las variaciones de color.

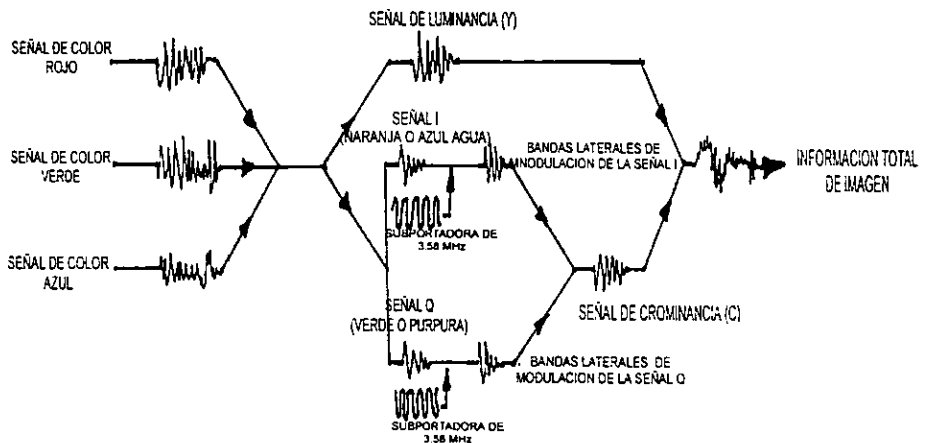


Fig.A.5 Generación de las señales de crominancia y luminancia

Las señales de luminancia y crominancia, obtenidas a partir de las señales básicas de color verde, rojo y azul, contienen toda la información de imagen que habrá de transmitirse. Estas se combinan en una sola señal, sumándose de tal manera que las variaciones del valor medio de la señal resultante corresponden a las variaciones de luminancia, y las variaciones instantáneas representan las variaciones de crominancia. La señal compuesta tiene la información de la señal moduladora de video y junto con los pulsos de sincronismo, de borrado, y la señal de sincronización de color, forma lo que se llama la señal colorplexada. Esta señal se usa para modular la amplitud de la portadora de video antes de transmitirla al receptor.

La señal de sincronización de color consta de unos cuantos ciclos de subportadora no modulada de 3.58 MHz, usada para producir las señales Q e I. Se recordará que la subportadora se suprime después de generar las señales Q e I. Esto significa que en la estación receptora habrá que reinsertarla antes de detectar dichas señales. La señal de sincronización en color se usa en el receptor para sincronizar la fase de la subportadora reinsertada con la que tenía la subportadora original en el transmisor.

Después de separar la señal de video colorplexada de su portadora haciéndola pasar por un circuito detector, la forma en que se procesa la señal depende de si el receptor está diseñado para color o simplemente para blanco y negro. En los receptores de blanco y negro sólo se separa la señal de luminancia (Y) del resto de la información de la imagen de la señal de video. A continuación, la señal Y se procesa junto con los pulsos de borrado y sincronismo, igual que una señal de blanco y negro.

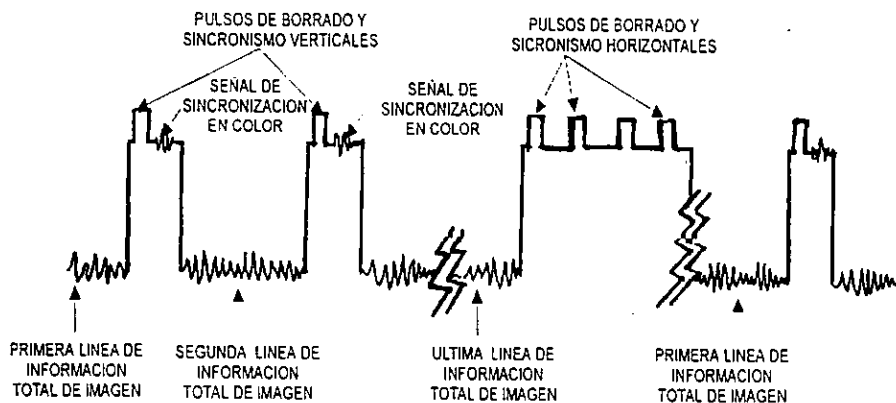


Fig.4.6 Señal de video colorplexada

En los receptores a color se detectan, tanto la señal de luminancia (Y), como la de crominancia (C). La señal de crominancia produce las variaciones de color en la imagen, mientras que la señal de luminancia, la brillantez relativa, o sea, las variaciones en la intensidad de los colores.

4.1.5.8.2 Medición de parámetros [1][5]

De acuerdo al ITU-R, deben medirse las intensidades de campo de las portadoras de audio y video, las desviaciones de su frecuencia central y la diferencia entre estas. Esto se logra usando las mediciones de frecuencia estándar y frecuencia descritas anteriormente. La calidad del video es medida por el analizador de video Rhode & Shwartz denominado UAF. La señal de video es obtenida por un sintonizador de T.V. de tarjeta PC compatible

diseñado por TADIRAN. El sintonizador de video está instalado en la computadora controladora de equipos y es controlado y sintonizado por la computadora principal. Debe tenerse en cuenta que para la mayoría de las mediciones hechas por el UAF se requiere una señal de prueba de inserción vertical (VITS) en la señal. Esta señal es difundida normalmente por las radiodifusoras comerciales de T.V., y se inserta en los campos 1 y 2 de la línea 13. Esta señal es mezclada con la señal de televisión modificándose en forma de acuerdo a las señales de luminancia y crominancia. Cuando esta señal se recibe en una estación radiomonitora, el UAF la compara con una señal patrón idéntica a la que se insertó en la radiodifusora y mide las diferencias de la señal provocadas por la señal de color. El UAF tiene la capacidad de medir 25 diferentes parámetros de calidad de video a través de la comparación de esta señal de prueba.

El UAF puede realizar mediciones de acuerdo a 3 normas de VITS: NTC-7, FCC, y EN-TV, por lo que el analizador deberá ser dispuesto en la norma correcta, siendo la NTC-7 la que se utiliza en México.

Medición por programa de operación:

- Realizar las misiones de monitoreo de frecuencia (introducir la frecuencia de la portadora de video)
- Elegir dichas misiones en la opción de vigilancia.
- Elegir LPDF (esta función hará rotar a la antena Logarítmica Periódica, con el fin de localizar la dirección de llegada de la señal) para realizar la función de posicionamiento de la antena. Este paso es muy importante, ya que esta antena es direccional y si no está dirigida a la estación puede tenerse una mala recepción o incluso no tener recepción.
- El sistema rastreará las frecuencias elegidas una por una y cada vez que se detenga en una frecuencia activa activar en monitoreo de frecuencias la medición de parámetros de T.V.
- Una vez en la pantalla de apoyo a la medición elegir el parámetro específico a medir o seleccionar MEDICION EN CASCADA para realizar la medición de los 25 parámetros posibles y esperar a que el equipo termine con la medición.
- Pulsar el icono de guardar
- Para visualizar el resultado de la medición o imprimir, pasar a reportes en la pantalla principal.

Medición manual:

- Sintonizar la frecuencia a monitorear en el analizador de video (el UAF controla al receptor de video.
- Sintonizar la frecuencia a monitorear en el analizador de espectro.
- Dirigir la antena deseada a ambos dispositivos (la logarítmica periódica o la horizontal cruzada de rango bajo.)

- Si se eligió la antena log-periódica, debe recordar que esta es del tipo direccional y se deberá colocar en dirección de la estación televisora usando manualmente el control de rotor observando el punto de mayor intensidad de señal en la pantalla del analizador de espectro.
- Realizar la medición de frecuencias e intensidad de campo de las portadoras de audio y video según los procedimientos descritos y obtener la separación entre portadoras
- Si es la primera vez que se usa, seleccionar la norma NTC-7 .
- Si se requiere medir solo un parámetro, pulsar el botón del parámetro deseado y oprimir ENTER.
- Si se requiere medir todos los parámetros, pulsar CASCADA y ENTER, y el dispositivo medirá secuencialmente cada parámetro.
- Para visualizar el resultado de la medición de cada parámetro se debe pulsar el botón del parámetro correspondiente y el resultado aparecerá en la pantalla de cristal líquido del analizador de video.

A1-- 6 Emisiones no esenciales [5][21]

Objetivo: Identificar a las estaciones que emiten emisiones no esenciales para evitar posibles interferencias

Las emisiones no esenciales son señales producidas por una estación en una o en varias frecuencias fuera del ancho de banda autorizado y cuyo nivel puede reducirse o eliminarse sin influir en la transmisión de la información correspondiente. En esta sección se discutirán emisiones armónicas y los productos de intermodulación por ser de alguna manera los casos de emisiones no esenciales más comunes en el área de radiomonitorio.

A1-- 6.1 Emisiones armónicas [5]

Las emisiones armónicas son señales de banda lateral provocadas por la sobremodulación que en AM está definida como la relación entre las amplitudes de las señales moduladora y portadora expresada en porcentaje (profundidad de modulación), mientras que en FM está definida como la desviación máxima de la portadora debido a la modulación entre la desviación de frecuencia máxima permitida en porcentaje (porcentaje de modulación). En ambos casos cuando se rebasa el 100% de modulación, se generan emisiones armónicas que pueden causar interferencia en los canales cercanos.

En las labores rutinarias de vigilancia de las estaciones importantes (principalmente las de radiodifusión comercial), se prevé que no se produzcan estas emisiones a través de las mediciones de profundidad y porcentaje de modulación. Sin embargo no todos los servicios están sujetos a una vigilancia rutinaria, frecuentemente se producen estas emisiones armónicas y los operadores se enteran de la existencia de estas cuando se reporta alguna interferencia o cuando se realizan observaciones de alguna banda con fines de gestión de frecuencias.

Estas emisiones se llaman armónicas por que se presentan a intervalos múltiplos de frecuencia moduladora y es precisamente este comportamiento el que permite la identificación de la señal que las está generando

Procedimiento de determinación de emisiones armónicas

Como no es posible determinar a simple vista si una señal es una emisión armónica o no, se deben verificar las señales de que se tenga sospecha de acuerdo a los siguientes puntos:

- La frecuencia central de la señal no respeta el paso de frecuencia de los canales asignados de acuerdo a la banda en que se encuentre.
- El tráfico de información cursado (lo que las personas dicen en la transmisión) o el uso no de la frecuencia no corresponde al de la banda correspondiente

- En caso de interferencia, la señal sospechosa no recibe la interferencia recíproca del usuario autorizado
- La señal no se escucha claramente (recepción defectuosa)
- La señal en el analizador de espectro no presenta una forma definida

Antes de realizar cualquier reporte, se deberá comprobar si la señal es efectivamente una señal armónica y en su caso tratar de identificar a la estación que la está generando. Los pasos propuestos se muestran a continuación:

- Sintonizar en receptor de escucha la probable señal armónica.
- Tratar de identificar al usuario de acuerdo al tráfico de información cursado.
- En caso de identificación del usuario, se deberá sintonizar el receptor de escucha correspondiente en la frecuencia del usuario identificado para corroborar que la señal sospechosa y la de supuesto usuario es la misma.
- En caso de no poderse identificar al usuario mediante el tráfico de información cursado, se deberá buscar la señal que produce la armónica, e ir sintonizando analizador de espectro y el receptor de escucha a intervalos múltiplos de la frecuencia moduladora (tomándose esta como la frecuencia moduladora más alejada de la portadora) a ambos lados de la frecuencia armónica
- En caso de encontrar una frecuencia que coincida cercanamente con estos intervalos, verificar con el receptor de escucha que ambas señales contienen la misma información.
- En caso necesario (previa autorización del jefe de la estación regional fija de la que dependa la unidad móvil) se podrá concertar con el usuario que supuestamente está generando estas señales que salga de operación por algunos segundos para verificar si la emisión armónica desaparece simultáneamente. Si es así, se habría comprobado que este usuario es el generador de las señales armónicas.

Es recomendable que el operador identifique todas las señales armónicas presentes y las anote en su registro personal para verificaciones futuras de operación de la estación en cuestión

AI-- 6.2 Productos de Intermodulación [5]

Las señales intermoduladas es el resultado de la mezcla de dos (o más) señales en un medio no lineal, creando otra señal en una frecuencia relativa a la suma o la diferencia de ambas señales. La mezcla puede ocurrir en el transmisor o en el receptor, incluyendo las antenas.

La característica que emplea el equipo para determinar la intermodulación es que las señales de intermodulación, cuando son atenuadas, presentan una atenuación mayor a la que le fue aplicada. Por ejemplo, cuando a una señal intermodulada se le aplica una atenuación de digamos 10 dB, la señal resultante estaría atenuada en digamos 20 dB [14].

Para saber si una señal está intermodulada, el programa de operación realiza una medición de la señal con el amplificador activado en el selector de antenas, después realiza una medición con el amplificador desactivado (que equivale a una atenuación de 10dB), si la diferencia entre las dos señales es menor mayor que 13 dB, Entonces la señal se debe a una intermodulación y es reportada como tal en el sistema.

Cabe hacer la aclaración de la prueba de intermodulación sólo determina si la señal es producto de intermodulación en el sistema, es decir, si la intermodulación es provocada por nuestro sistema de recepción. envía el mensaje “intermodulación presente en el sistema” y si no es provocada por nuestro sistema envía el mensaje “señal real proveniente del aire”.

El problema consiste en que este último mensaje no nos indica si la señal recibida es una señal producto de una intermodulación sino solamente que el sistema no la está provocando.

Las circunstancias que nos pueden inducir a pensar que una señal es producto de intermodulación son las siguientes:

- Al sintonizar alguna frecuencia se escuchan simultáneamente más de una señal . Esto no quiere decir más de un usuario, sino dos (o más) señales mezcladas.
- La frecuencia central de la señal no respeta el paso de frecuencia de los canales asignados de acuerdo a la banda en que se encuentre.

Para la localización de las frecuencias generadoras de las señales intermoduladas, es de utilidad saber que estás respetan los productos obtenidos con la siguiente relación:

$$\text{Productos de intermodulación } P_{mn} = mF_a \pm nF_b \text{ ----- (a)}$$

donde: F_a es la frecuencia intermoduladora mayor
 F_b es la frecuencia intermoduladora menor
 m y n son números positivos entre 1 e infinito

Por ejemplo si dos señales de 5 kHz y 7 kHz se mezclan en un medio no lineal, los productos de intermodulación serán los siguientes:

	n	m
1	1	7 kHz ± 5 kHz = 2 y 12 kHz
1	2	7 kHz ± 10 kHz = 3 y 17 kHz
2	1	14 kHz ± 5 kHz = 9 y 19 kHz
2	2	14 kHz ± 10 kHz = 4 y 24 kHz

El procedimiento para encontrar a las señales generadoras sería:

- Sintonizar en el analizador de espectro y el receptor de escucha la supuesta señal de intermodulación.
- Tratar de identificar la señales involucradas
- En caso de identificarse las dos señales, se procede a verificar que se cumpla con la fórmula (a) tomando en cuenta que la señal en estudio corresponde al valor P_{mn}
- En caso de identificar sólo una frecuencia, se despeja de la fórmula (a) y se obtiene la otra frecuencia intermoduladora. Se debe tomar en cuenta que la frecuencia intermoduladora identificada puede ser F_a o F_b , por lo que se debe elaborar una lista con las posibles frecuencias y verificar si alguna de las posibles frecuencias corresponden a la segunda frecuencia intermoduladora.
- En caso de no identificarse ninguna, deberá hacerse un barrido del espectro buscando alguna frecuencia que contenga la información de alguna de las señales intermoduladas, para este fin se deberá sintonizar un receptor en la frecuencia de estudio y con el analizador de espectro ir localizando las frecuencias cercanas en operación. Cada vez que se encuentre una señal, deberá compararse su información con la frecuencia de estudio hasta encontrar a las señales intermoduladoras.
- El mismo procedimiento se llevará a cabo en caso de tratarse de una intermodulación entre más señales, aunque éstas no son usuales, de hecho, incluso encontrarse con intermodulaciones entre dos frecuencias no es muy común.

Aunque en la práctica no es usual que se realicen listas de posibles frecuencias si es necesario de que todos los casos de intermodulación sean verificados con la ecuación (a) para validar su reporte.

La responsabilidad del operador termina con la identificación de frecuencias involucradas y el correspondiente reporte. La solución y sanción de estas anomalías recae en los departamentos de control de emisiones y de inspección quienes se encargarán de aplicar sanciones o de proponer soluciones. Si embargo estos departamentos podrán solicitar el apoyo a los operadores a través del jefe de la estación para la implementación de las medidas correspondiente.

A1-- 7 Reportes

Objetivo: Establecer las características que deben tener los reportes de monitoreo y la bitácora de operación de la unidad móvil

Para la realización de reportes se cuenta con la información de todas las mediciones realizadas durante la sesión de monitoreo. En el icono REPORTES de la pantalla principal se pueden obtener los resultados de la mediciones realizadas por orden de fecha o por frecuencia y estos pueden ser impresos para ser entregados al jefe de la estación, sin embargo, los listados de resultados por sí solos no dan una idea precisa del grado de avance en el cumplimiento de una orden de monitoreo específica, por lo que se recomienda que las impresiones de resultados vengan acompañadas de un reporte que describa las actividades realizadas por los operadores y su interpretación de éstos resultados, además de sugerencias para continuar con el monitoreo en caso de que no se hubiera terminado con lo dispuesto en la orden respectiva. Esto último es muy importante, ya que una orden de monitoreo puede requerir de varios días, e incluso de varias semanas para su cumplimiento, requiriendo por lo tanto que diferentes personas deban continuar con un trabajo ya comenzado.

Debido a que, como ya se mencionó, una orden de monitoreo puede llevar varios días, se recomienda que el reporte se haga semanal y al término de una orden de monitoreo

Como es de esperarse, en casos muy importantes, las autoridades de la estación pueden requerir información en cualquier momento o diariamente para tener conocimiento del avance logrado o también se puede requerir un cambio de operadores debido al turno de trabajo o a situaciones inesperadas y los nuevos operadores deban continuar basándose en los resultados obtenidos por los anteriores, por lo que se sugiere el uso de una bitácora de operación de la unidad móvil donde se describan las actividades realizadas.

Los elementos que debe contener el reporte de resultados de una orden de monitoreo son:

- Fecha de elaboración
- El periodo de tiempo que cubre el reporte
- El número de control de la orden de monitoreo y una breve explicación de la misma, especificando el objetivo de la orden.
- Un resumen de las actividades realizadas por día (deberá coincidir con la bitácora)
- Resultado del monitoreo hasta la fecha
- En caso necesario se entregará la transcripción del tráfico cursado resaltando las partes que puedan ayudar a identificar o localizar usuarios no autorizados
- Sugerencias para continuar el monitoreo en caso de no haberse cumplido aún el objetivo de la orden

- Un anexo de listado de resultados obtenidos directamente del sistema para validar los resultados obtenidos
- En caso de realizar grabaciones se deberá entregar la cinta correspondiente y el reporte de grabación impreso
- Nombre y firma del encargado de la unidad móvil.

Las características de la bitácora serán las siguientes:

- Deberá realizarse en cuaderno con encuadernación de pasta dura
- Deberá realizarse diariamente, a mano y a renglón corrido
- Deberá anotarse la fecha del día y el nombre del encargado de la unidad móvil
- Deberá contener la ubicación del punto de monitoreo o la ruta cubierta con fin de proporcionar la información necesaria que otros operadores pudieran continuar con un orden de monitoreo inconclusa.
- Deberá describir actividades realizadas
- Deberá registrar las fallas que se presenten en el equipo para su posterior reparación y para deslindar responsabilidades en caso de pérdida de equipo, fallas por negligencia o incapacidad de operación de la unidad.

APENDICE 2
TABLAS DE TOLERANCIAS

Apéndice 2

CUADRO DE TOLERANCIAS DE DESVIACIÓN DE FRECUENCIAS DE LOS TRANSMISORES

Nota: todos los valores están expresados en partes por millón (ppm) a menos que se especifique lo contrario

Banda: 9kHz a 535 kHz

Estaciones fijas:	
■ de 9 kHz a 50kHz	100
■ de 50 kHz a 535	50
Estaciones terrestres:	
Costeras	100
Aeronáuticas	100
Estaciones móviles	
■ De barco	200
■ Emisores de socorro de barco	500
■ Estaciones de embarcaciones o dispositivos de salvamento	500
■ De aeronave	100
Estaciones de radiodeterminación	100
Estaciones de radiodifusión	10 Hz

Banda de 535 kHz a 1 606.5 kHz

Estaciones de radiodifusión	10 Hz
-----------------------------	-------

Banda de 1 606.5 a 4 00 kHz

Estaciones fijas	
■ De potencia inferior o igual a 200W	100
■ De potencia superior a 200 W	50
Estaciones terrestres	
■ De potencia inferior o igual a 200W	100
■ De potencia superior a 200 W	50

Estaciones móviles	
■ Estaciones de barco	40 Hz
■ Estaciones de embarcaciones o dispositivos de salvamento	100
■ Radiobalizas de localización de siniestros	100
■ Estaciones de aeronave	100
■ Estaciones móviles terrestres	100
Estaciones de radiodeterminación	
■ De potencia inferior o igual a 200W	20
■ De potencia superior a 200 W	10
Estaciones de radiodifusión	10 Hz

Banda : 4 MHz a 29.7 MHz

1. Estaciones fijas	
Emisiones de banda lateral única y banda lateral independiente:	
■ De potencia inferior o igual a 500 Watts	50
■ De potencia superior a 500 watts	20
Otras clases de emisión	
■ De potencia inferior o igual a 500 Wats	20
■ De potencia superior a 500 wats	10
2. Estaciones terrestres	
Estaciones costeras	
■ De potencia inferior o igual a 500 Wats	50
■ De potencia superior a 500 wats pero inferior o igual a 5 kW	30
■ De potencia superior a 5kW	15
Estaciones aeronáuticas	
■ De potencia inferior o igual a 500 Wats	100
■ De potencia superior a 500 Wats	50
Estaciones de base	
■ De potencia inferior o igual a 500 Wats	100
■ De potencia superior a 500 Wats	50
3. Estaciones móviles	
a) Estaciones de barco	
Emisiones de la clase A1A	10
Emisiones distintas a la clase A1A	50 Hz
b) Estaciones de embarcaciones o dispositivos de salvamento	
	50
c) Estaciones de aeronave	
	100
d) Estaciones móviles terrestres	
	40

4. Estaciones radiodifusión	10 Hz
5. Estaciones espaciales	20
6. Estaciones terrenas	20

Banda de 29.7 MHz a 100MHz

Estaciones fijas	
■ De potencia inferior o igual a 50W	30
■ De potencia superior a 50W	20
Estaciones terrestres	20
Estaciones móviles	20
Estaciones de radiodeterminación	50
Estaciones de radiodifusión que no sean de televisión	2 000 Hz
Estaciones de radiodifusión (televisión, sonido e imagen)	500 Hz
Estaciones espaciales	20
Estaciones terrenas	20

Banda de 100 MHz a 470 MHz

Estaciones fijas	
De potencia igual o inferior a 50W	20
De potencia superior a 50W	10
Estaciones terrestres	
a) Estaciones costeras	10
b) Estaciones aeronáuticas	20
c) Estaciones de base	
En la banda de 100-235MHz	15
En la banda de 235-401MHz	7
En la banda de 401-470MHz	5

Estaciones móviles	
a) Estaciones de barco y estaciones de embarcaciones o dispositivos de salvamento	
■ En la banda de 156- 174MHz	10
■ Fuera de la banda 156-174	50
b) Estaciones de aeronave	30
c) Estaciones móviles terrestres	
■ En la banda de 100-235MHz	15
■ En la banda de 235-401 MHz	7
■ En la banda de 401 a 470 MHz	5
Estaciones de radiodeterminación	50
Estaciones de radiodifusión (que no sean de televisión)	2000Hz
Estaciones de radiodifusión (televisión: sonido e imagen) en la banda de 470 a 960MHz	500Hz
Estaciones espaciales	20
Estaciones terrenas	20

Banda de 470 a 2 450 MHz

Estaciones fijas	
■ De potencia inferior o igual a 100W	100
■ De potencia superior a 100 W	50
Estaciones terrestres	20
Estaciones de radiodeterminación	500
Estaciones móviles	20
Estaciones de radiodifusión (que no sean de televisión)	100
Estaciones de radiodifusión (televisión, sonido e imagen)	500

En la banda de 470MHz a 960MHz

Estaciones espaciales	20
Estaciones Terrenas	20

Banda de 2 450 a 10 500 MHz

Estaciones fijas	
■ De potencia inferior o igual a 100W	200
■ De potencia superior a 100 W	50
Estaciones terrestres	100
Estaciones móviles	100
Estaciones de radiodeterminación	1250
Estaciones espaciales	50
Estaciones terrenas	50

Banda de 10.5 GHz a 40 GHz

Estaciones fijas	300
Estaciones de radiodeterminación	5 000
Estaciones de radiodifusión	100
Estaciones espaciales	100
Estaciones terrenas	100

**CUADRO DE NIVELES MÁXIMOS PERMITIDOS DE POTENCIA DE LAS
RADIACIONES NO IONIZANTES**

9kHz a 30MHz	40 dB 50 mW
30MHz a 235 MHz	
Potencia media superior a 25W	60 dB 1 mW
Potencia media igual o inferior a 25W	40 dB 25 μ W
235MHz a 960 MHz	
Potencia media superior a 25W	60 dB 20 mW
Potencia media igual o inferior a 25W	40 dB 25 μ W
960 MHz a 17,7GHz	
Potencia media superior a 10W	50 dB 100mW
Potencia media igual o inferior a 10W	100 μ W
Potencia encima de 17.7GHz	Debido a las diversas características de las tecnologías empleadas por los servicios que funcionan en frecuencias superiores a 17.7 GHz es necesario que el CCIR continúe los estudios antes de especificar los niveles.

CUADRO DE NIVELES MÁXIMOS DE TOLERANCIAS DE ANCHURA DE BANDA

En la redacción del siguiente cuadro se ha empleado la siguiente nomenclatura:

- B_n** = Anchura de banda necesaria
- B** = Velocidad de modulación en Baudios
- N** = Número Máximo posible de elementos "negros" mas "blancos" que han de transmitirse por segundo cuando se trata de facsimil
- M** = Frecuencia máxima de modulación en Hertzios
- C** = Frecuencia de subportadora en Hertzios
- D** = Excursión de frecuencia de cresta, es decir, de la mitad de la diferencia entre los valores máximo y mínimos de la frecuencia instantánea. La frecuencia instantánea en Hertzios es la velocidad de la variación de fase en radianes dividida por 2π
- t** = Duración del impulso en segundos, entre los puntos de amplitud mitad
- t_r** = Tiempo de subida del impulso en segundos comprendido entre el 10% y el 90% de la amplitud
- K** = Factor numérico general que varía según la emisión y que depende de la distorsión admisible de la señal.
- N_c** = Número de canales de la banda de base en los sistemas radioeléctricos que emplean multiplexaje multicanal.
- f_p** = Frecuencia de la subportadora piloto de continuidad en Hertzios (señal continua para comprobar el funcionamiento de los sistemas de multiplexaje por distribución de frecuencia.

MODULACION EN AMPLITUD			
I. Señal con información codificada o digital			
Descripción de la emisión	Fórmula	Ejemplo de calculo	Denominación de la emisión.
Telegrafía por onda continua, código Morse	$B_n = Bk$ K=5 para los circuitos con desvanecimiento K=3 para los circuitos sin desvanecimiento	25 palabras por minuto B=50, K=5 Anchura de banda: 100Hz	100HA1AAN
Telegrafía con manipulación por interrupción (señal o nada) de una portadora modulada por una audiofrecuencia	$B_n = BK + 2M$ K=5 para los circuitos con desvanecimiento K=3 para los circuitos sin desvanecimiento	25 palabras por minuto B=20, M=100, k=5 Anchura de banda: 2.1 kHz	2K10A2AAN

Señal de llamada selectiva que utiliza un código secuencial de una sola frecuencia, banda lateral única y portadora completa	$B_n=M$	La frecuencia máxima de código es: 2 110 Hz $M=110$ Anchura de la banda: 2 110Hz=2.11KHz	2K11H2BFN
Telegrafía de impresión directa que utiliza una subportadora de modulación por desplazamiento de frecuencia con corrección de errores, banda lateral única y portadora suprimida	$B_n=2M+2DK$ $M=B/2$	$B=50$ $D=35$ Hz (desplazamiento de 70 Hz) $K=1.2$ Anchura de banda: 134Hz	134HJBCN
Telegrafía armónica multicanal con corrección de errores, algunos canales con multiplexaje por distribución de tiempo, banda lateral única con portadora reducida.	B_n =Frecuencia central más alta + $M+DK$ $M=B/2$	15 canales; la frecuencia central más alta es de 2,085Hz $B=100$ $D=42.5$ Hz (desplazamiento de 85Hz) $K=0.7$ Anchura de banda: 2 885Hz =2.885KHz	2K89R7BCW
Telefonía (calidad comercial)			
Telefonía de doble banda lateral (un solo canal)	$B_n=2M$	$M=3000$ Anchura de banda: 6000 Hz =6KHz	6K00A3EJN
Telefonía de banda lateral única, portadora completa (un solo canal)	$B_n=M$	$M=3000$ Anchura de banda: 3000 =3KHz	3K00H3EJN
Telefonía de banda lateral única con portadora suprimida (Un solo canal)	$B_n = M$ - Frecuencia de modulación más baja	$M=3000$ Frec. de modulación más baja = 300Hz Anchura de banda: 2700 Hz =2.7KHz	2K70J3EJN
Telefonía con secreto de las comunicaciones, banda lateral única y portadora suprimida	$B_n=N_cM$ - Frecuencia de modulación más baja en el canal inferior	$N_c=2$ $M=3000$ Frec. de modulación más bajas = 250Hz Anchura de banda: 5750Hz =5.75KHz	5K75J8EKF
Telefonía de bandas laterales independientes (dos o más canales)	B_n = suma de M para cada banda lateral	2 canales $M=3000$ Anchura de banda: 8000Hz= 8kHz	6K00B8EJN

Radiodifusión sonora			
Radiodifusión sonora de doble banda lateral	$B_n=2M$ M puede variar entre 4000 y 10 000 según la calidad deseada	Palabra y música. M=4000 Anchura de banda: 8000Hz= 8Khz	8K00A3EGN
Radiodifusión sonora de banda lateral única con portadora reducida (un solo canal)	$B_n=M$ M puede variar entre 4000 y 10 000 según la calidad deseada	Palabra y música. M=4000 Anchura de banda: 4000Hz= 4Khz	4K00R3EGN
Radiodifusión sonora de banda lateral única con portadora suprimida.	$B_n=M$ -frecuencia de modulación más baja	Palabra y música. M=4500 Frec. de mod. más baja=50Hz Anchura de banda: 4450Hz 4.45kHz	4K45J3EGN

TELEVISIÓN	
Número de líneas 625 Ancho de banda : Número de líneas 525 Separación de la portadora de sonido respecto de la portadora de imagen=4.5MHz. Anchura total de la banda de video =5.25MHz. Anchura de la banda del canal de sonido modulado en frecuencia = 750kHz. Anchura total del canal de radiofrecuencia. 6MHz	Denominación de las señales de video y sonido respectivamente. 5M25C3F 750KF3EGN

MODULACION EN FRECUENCIA			
Señal cuantificada o digital			
Telegrafía sin corrección de errores	$B_n=2M+2DK$ M=B/2 K=1.2(valor típico)	B=100 D=85 Hz Anchura de banda: 304 Hz	304HF1BBN
Telegrafía de impresión directa de banda estrecha con corrección de errores (un solo canal)	$B_n=2M+2DK$ M=B/2 K=1.2(valor típico)	B=100 D=85Hz Anchura de banda 304 Hz	304HF1BCN
Señal de llamada selectiva	$B_n=2M+2DK$ M=B/2 K=1.2(valor típico)	B=100 D=85Hz Anchura de banda: 304 Hz	304HF1BCN

Telegrafía duplex de cuatro frecuencias	$B_n=2M+2DK$ B=velocidad de modulación en baudios del canal más rápido. Si los canales están sincronizados: $M=B/2$ (de lo contrario, $M=2B$) $K=1.1$ (valor típico)	Separación entre frecuencias adyacentes = 400Hz Canales sincronizados $B=100$ $M=50$ $D=600\text{Hz}$ Anchura de banda: 1420Hz =1.42kHz	1K24F7BDX
Telefonia (calidad comercial)			
Telefonía comercial	$B_n=2M+2DK$ $K=1$	Para un caso medio de telefonía comercial, con $D=5000\text{ Hz}$ $M=3000$ Anchura de banda: 16000Hz =16kHz	16K0F3EJN
Radiodifusión sonora			
Radiodifusión sonora	$B_n=2M+2DK$ $K=1$	Monoaural $D=75000\text{Hz}$ $M=15000$ Anchura de banda: 180 000Hz 180kHz	180KF3GN
Facsimil			
Facsimil por modulación directa de frecuencia de la portadora: Blanco y negro	$B_n=2M+2DK$ $M=N/2$ $K=1.1$	$N=1\ 100$ elementos por segundo $D=400\text{ Hz}$ Anchura de banda: 1980Hz = 1.98kHz	1K98F1C
Facsimil analógico	$B_n=2M+2DK$ $M=N/2$ $K=1.1$	$N=1\ 100$ elementos por segundo $D=400\text{ Hz}$ Anchura de banda: 1980Hz = 1.98kHz	1K98F3C
MODULACIÓN POR IMPULSOS			
Radar			
Emisión de impulsos no modulados	$B_n=2K/t$ K depende de la relación entre la duración del impulso y el tiempo de subida del mismo. Su valor está comprendido entre 1 y 10, y en muchos casos no es necesario que exceda de 6	Radar primario Poder de resolución en distancia =150m $K=1.5$ $t=2 \times \text{poder de res/vel del aluz}$ $t=1\ 000\ 000\ \text{seg}$ Anchura de banda: =3MHz	3M00M7EJT

Lista de referencias

- [1] ***Color Television Fundamentals V-0058***
Matt Macgilliduddy
AMPEX Training Department, 1995
- [2] ***Convención de Telecomunicaciones 1982***
CCIR 1982
- [3] ***Cuadro de Atribución Nacional de Frecuencias en México***
S.C.T. 1993
- [4] ***Curso de Capacitación para el Usuario del Centro de Control del Sistema REMOS***
TADIRAN Ltd Co, 1997
- [5] ***Introduction to Electronic Communications***
- [6] ***JB & C Operator's Manual***
(Manual del operador del motogenerador JB& C)
JB & C 1992
- [7] ***Manual de Estaciones de Comprobación Técnica***
CCIR 1992.
- [8] ***Manual de la grabadora de Documentación MCS 500***
ATIS, 1992.
- [9] ***Manual de operación del Analizador de Espectro Anritzu MS2601B/K Anritzu, 1992***
- [10] ***Manual del sistema RG Doppler V/UHF***
TADIRAN Ltd Co, Diciembre 1995.
- [11] ***Manual del sistema RG Adcock HF***
TADIRAN Ltd Co, Diciembre 1995.

- [12] *Manual de operación y mantenimiento, Selector de Antenas Automático del sistema REMOS.*
TADIRAN Ltd Co, Octubre 1995
- [13] *Manual de operación estaciones radiomonitoras.*
S.C.T. 1982
- [14] *Manual de operación del centro de control de la RNR*
TADIRAN 1997
- [15] *Manual técnico de operación y mantenimiento de la Antena de Dipolos Cruzados de 20 MHz –2000MHz*
P/M 36559010600
TADIRAN Ltd Co, Diciembre 1995
- [16] *Manual técnico de instalación y mantenimiento, y lista de partes de la Antena Logarítmica Periódica H/V de 80-2000 MHz*
PM/26559010700
TADIRAN Ltd Co, Diciembre 1995
- [17] *Manual técnico de operación y mantenimiento de la Antena vertical de Varillas de 10 KHz –30MHz*
TADIRAN Ltd Co, Diciembre 1995
- [18] *Manual técnico de operación y mantenimiento de la Antena Bicónica de Polarización Vertical de 100 MHz –2000MHz*
TADIRAN Ltd Co, Diciembre 1995
- [19] *Radiomonitoring*
DETECOM 1995.
- [20] *Receiver TSR-103 Handbook*
(Manual del receptor de TSR-103)
TADIRAN Ltd Co, Diciembre 1995.
- [21] *Reglamento Internacional de Radiocomunicaciones*
Ginebra 1968
CCIR, Actualización 1990
- [22] *REMOS User Operator Manual for the Monitoring Stations A,B,C and D. Ver.3.6*
(Manual del programa de operación: Radio Emission Monitoring System, Ver.3.6)

TADIRAN Ltd Co, 1996.

- [23] ***Surveillance Receiver TSR-102***
(Manual del receptor de vigilancia TSR-102)
TADIRAN Ltd Co ,Diciembre 1995.

- [24] ***Teledato, obra 37 , XII***
José de Mendoza Piña
Publicaciones Telemex 1979

- [25] ***Utilización del espectro y monitoreo***
CCIR 1986.