

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



**ANÁLISIS DE SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DEL
ESPECTRO RADIOELÉCTRICO**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRÓNICO

PRESENTADO POR:

MARCOS PAUL ZACARIAS RIOS

**PROMOCIÓN
1998-II
LIMA-PERÚ
2003**

*Dedico el presente trabajo a mis padres
por darme la vida y por el apoyo
incondicional que me han brindado
durante mi formación profesional*

**ANÁLISIS DE SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DEL ESPECTRO
RADIOELÉCTRICO**

SUMARIO

El presente trabajo pretende describir el sistema de Gestión Técnica y Comprobación del Espectro Radioeléctrico con el que actualmente cuenta el gobierno peruano, el cual desempeña un papel muy importante debido a la creciente demanda de servicios que utilizan el Espectro Radioeléctrico.

En el capítulo I se pretende describir de manera general el sistema de gestión y comprobación técnica del espectro para el sistema implementado en el país.

El capítulo II explica en mayor detalle el sistema de base de datos de gestión administrativa del espectro el cual almacena la información de las autorizaciones otorgadas.

El capítulo III trata sobre el sistema de control, las características generales que deben cumplir estos sistemas y una breve descripción del sistema instalado.

En el capítulo IV se hace un análisis conjunto de los sistemas de base de datos de gestión administrativa y el sistema de Control, los cuales interactúan para la detección de señales no autorizadas.

En el capítulo V se muestra la proyección del sistema instalado, indicándose las ciudades en las que se ampliara el sistema.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA	
1.1 Gestión del espectro	4
1.1.1. Definición de la gestión del espectro	4
1.1.2. Elementos de gestión del espectro	5
1.1.3. Relación entre comprobación técnica y gestión del espectro	11
1.1.4. Ventajas de la gestión del espectro	13
1.2 Objetivos de comprobación técnica nacionales	15
1.2.1. Comprobación técnica relativa a la observancia de las actuales reglas nacionales	16
1.2.2. La comprobación técnica en ayuda de la política de gestión del espectro	18
1.3. Sistema Nacional de Gestión y Comprobación Técnica del Espectro Radioeléctrico del Perú	22
1.3.1. Objetivo	22
1.3.2. Funciones	23
1.3.3. Situación	24

CAPITULO II

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE BASE DE DATOS DE GESTIÓN ADMINISTRATIVA

2.1.	Necesidad de la gestión del espectro	28
2.2.	Fundamentos sobre gestión del espectro	29
2.2.1.	Objetivos	29
2.2.2.	Directrices principales de la gestión nacional del espectro	30
2.2.3.	Estructura Organizativa y Procesos	33
2.2.4.	Responsabilidades funcionales	33
2.3.	Ingeniería del espectro	34
2.3.1.	Planes y procedimientos técnicos	34
2.3.2.	Instrumento para el análisis de ingeniería	36
2.4.	Sistema de Gestión del Espectro Radioeléctrico del Perú	50
2.4.1.	Sistema Elipse	50
2.4.2.	Arquitectura General del Sistema	50
2.4.3.	Base de datos cartográfica	52
2.4.4.	Base de Datos Técnica – Administrativa	54

CAPITULO III

ANÁLISIS DEL SISTEMA DE CONTROL

3.1.	Estaciones de Comprobación Técnica	62
3.1.1.	Emplazamiento de la Estación de Comprobación Técnica	62
3.1.2.	Explotación de las Estaciones de Comprobación Técnica	71
3.2.	Radiogoniometría y localización	79

3.2.1.	Consideraciones generales	79
3.2.2.	Técnicas de radiogoniometría mas comunes	80
3.3.	Estación de Control del Espectro del Perú	88
3.3.1.	Diagramas de bloques de las estaciones fija y móvil	88
3.3.2.	Descripción de los elementos que conforman las estaciones fijas y móviles	88

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS INTEGRADO DEL SISTEMA

4.1.	Automatización de la comprobación técnica	96
4.2.	Estación de comprobación técnica informatizada e interfaces con la gestión del espectro	97
4.2.1.	Introducción	97
4.2.2.	Sistema nacional informatizado	98
4.3.	Interfaz Control del Espectro	100
4.3.1.	Objetivos del Sistema	100
4.3.2.	Principio de la definición y de la atribución de las misiones	101

CAPITULO V

ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS Y PROYECCIÓN DEL SISTEMA

DESARROLLADO

5.1.	Introducción	109
5.2.	Objetivos	109
5.3.	Descripción del sistema instalado	110
5.4.	Descripción del sistema Proyectado	111

5.4.1.	Red de Comprobación y Goniometría en las Bandas V/UHF (Etapas 4 y 5)	113
5.4.2.	Red de Goniometría en la banda HF (Etapa 6)	113
5.5.	Sistema de Acotaciones y Cuentas por Cobrar	117
	CONCLUSIONES	118
	BIBLIOGRAFÍA	120

INTRODUCCIÓN

La radiación electromagnética se define como una forma de energía eléctrica y magnética Oscilante capaz de atravesar el espacio sin apoyarse en interconexiones físicas. La gama entera de frecuencias constituye el espectro electromagnético, denominándose espectro de frecuencias radioeléctricas a la banda comprendida de 9 kHz a 3 000 GHz.

Este recurso de naturaleza vital que no podemos ver, tocar ni oler proporciona la base para la industria de telecomunicaciones, uno de los sectores de más rápido crecimiento en la economía mundial.

El espectro se utiliza para la radiodifusión radioeléctrica y de televisión así como para los enlaces por microondas satélite que transportan llamadas telefónicas de larga distancia, facsímiles y comunicaciones de datos. También lo utilizan las radiocomunicaciones móviles, los servicios celulares y las empresas de radio búsqueda. Las aerolíneas comerciales, las compañías de taxi y camiones, de remolque de cargas, las empresas de mensajería y distribución, las empresas de la construcción y promotores de edificios, las de prospección petrolífera y servicios

públicos, las explotaciones agrícolas y los vendedores al por mayor dependen también de la gestión eficaz del espectro para la explotación de sus sistemas de comunicaciones privados.

Los gobiernos y otras entidades utilizan también el espectro para servicios de las fuerzas armadas, policía, ambulancias, control de tráfico aéreo, seguridad marítima, emergencia y seguridad pública. Los agentes de policía emplean la radiocomunicación para coordinar sus movimientos y consultan los computadores centrales de la policía desde sus vehículos. Los controladores de tráfico aéreo se valen de señales radioeléctricas en forma de radar para establecer las posiciones de aeronaves e impedir colisiones y para los sistemas de aterrizaje instrumental, guiando a los pilotos para un aterrizaje seguro por la noche o cuando hay mala visibilidad. Los sistemas de radar y radiocomunicación a bordo de los barcos desempeñan un papel vital en la navegación marítima, especialmente con mal tiempo y en la comunicación con las estaciones costeras. Las señales de radio procedentes de buques y aviones pueden proporcionar comunicaciones vitales para la búsqueda y rescate.

La gestión del espectro es la combinación de los procedimientos administrativos, científicos y técnicos necesarios garantizar una explotación eficaz del equipo y los servicios de radiocomunicaciones sin producir interferencia perjudicial. La comprobación técnica de las emisiones viene a ser los ojos y los oídos del proceso de gestión del espectro. Es necesaria en la práctica puesto que en la vida real la autorización para uso del espectro no garantiza que éste se utilice como se ha previsto. El sistema de comprobación técnica proporciona un método de verificación y el bucle del proceso de gestión del espectro. La finalidad de la comprobación

técnica de las emisiones es dar soporte al proceso general de gestión del espectro, y a las funciones de asignación de frecuencias y de planificación. Concretamente su finalidad es:

- 1) Ayudar a resolver las interferencias en el espectro electromagnético, ya sea a escala local, regional o mundial de manera que los servicios y las estaciones radioeléctricas puedan existir de manera compatible, reduciendo y llevando al mínimo los recursos asociados con la instalación y explotación de estos servicios de telecomunicación, así como proporcionar ventajas económicas a la infraestructura del país ofreciendo servicios de telecomunicación libres de interferencias y asequibles;
- 2) Ayudar a garantizar un nivel de interferencia aceptable en la recepción de radio y televisión por el público general;
- 3) Proporcionar datos de comprobación técnica valiosos para el proceso de gestión del espectro electromagnético de una administración, tales como la utilización real de las frecuencias y bandas (es decir la ocupación), la verificación de las características técnicas y operativas correctas de las señales transmitidas, detección e identificación de transmisores ilegales y la generación y verificación de registros de frecuencia;

CAPITULO I

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

1.1. GESTION DEL ESPECTRO

La finalidad de este capítulo es proporcionar una breve panorámica del proceso de gestión del espectro y del papel de la comprobación técnica como función esencial de la gestión del espectro para el sistema implementado.

1.1.1. DEFINICIÓN DE LA GESTIÓN DEL ESPECTRO

La gestión del espectro es la combinación de procedimientos administrativos, científicos y técnicos necesarios para garantizar una explotación eficaz del equipo y los servicios de radiocomunicación sin producir interferencia perjudicial. Dicho simplemente, la gestión del espectro es el proceso general de regular y administrar la utilización del espectro de frecuencias radioeléctrico. La finalidad de la gestión del espectro es elevar al máximo la eficacia de utilización del espectro y reducir al mínimo la interferencia. Las normas y reglamentos basados en la legislación pertinente constituyen una base reglamentaria y legal para el proceso de gestión del espectro. Las bases de datos de información, que contienen detalles de todos los

usuarios autorizados del espectro, proporcionan la base administrativa y técnica para el proceso. El análisis de la información de estas bases de datos facilita el proceso de gestión del espectro cuyos resultados son las decisiones de atribución de espectro, asignaciones de frecuencia y concesión de licencias. La comprobación técnica del espectro proporciona la inspección, verificación y obligado cumplimiento, necesarios para mantener la integridad del proceso de gestión del espectro.

1.1.2. ELEMENTOS DE GESTIÓN DEL ESPECTRO

Los instrumentos y funciones de gestión del espectro se analizan en los puntos siguientes.

a) ATRIBUCIÓN DEL ESPECTRO

La atribución del espectro es el proceso de distribuir el espectro de frecuencias radioeléctricas entre los diferentes servicios radioeléctricos, ya sea a título exclusivo o compartido. A nivel internacional, esta atribución está gobernada por las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones (CMR) y se refleja en el artículo 8 del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT. Para utilizar el espectro eficazmente es esencial atribuir bandas de frecuencia que satisfagan los requisitos de propagación del servicio propuesto. Por ejemplo, a los servicios que se les exige proporcionar cobertura omnidireccional sobre una zona extensa, como el de la radiodifusión de televisión, se les atribuyen bandas de frecuencia que ocupan posiciones relativamente bajas en el espectro; se atribuyen bandas de frecuencia en ondas métricas o decimétricas a los servicios radioeléctricos móviles privados para garantizar una cobertura local limitada, y bandas de frecuencia en ondas decamétricas a los servicios marítimos que requieren una cobertura mundial. Estas

atribuciones a veces se subdividen en planes de canales para asegurar que se cumplen los requisitos específicos de carga y reutilización de frecuencias y canales.

b) NORMAS Y REGLAMENTOS

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) ha establecido Normas generales y reglamentos referentes a la atribución internacional de espectro y gestión del espectro, las cuales están contenidas en el Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) publicado por la UIT. Teniendo en cuenta este reglamento internacional, cada nación Miembro crea su propia legislación y las normas y reglamentos pertinentes para acomodar su infraestructura de radiocomunicaciones y objetivos nacionales. El propósito de estas Normas es proporcionar la estructura necesaria para la administración y el cumplimiento del proceso de gestión del espectro.

c) GESTIÓN DE LA BASE DE DATOS

Una componente integral de la gestión del espectro es la capacidad de almacenar, mantener y acceder a información relativa a cada sistema de comunicaciones individual. Esta información constituye la base de datos del sistema de gestión del espectro en la que se describen todos los parámetros pertinentes de los medios de comunicación radioeléctricos individuales necesarios para realizar la gestión del espectro. Esta base de datos permite que la entidad de gobierno lleve a cabo diversos análisis de ingeniería y dirección para garantizar la eficacia de utilización del espectro, el cumplimiento operativo de las Normas y Reglamentos Técnicos y la no-interferencia entre los sistemas. Sin unos registros exactos la integridad del proceso de gestión del espectro puede verse comprometida.

d) COORDINACIÓN DE FRECUENCIAS

Dado que el espectro radioeléctrico es un recurso nacional escaso y que la demanda de los usuarios privados y oficiales continúa aumentando, es necesario crear un mecanismo mediante el cual puedan asignarse frecuencias a los servicios y sistemas particulares que permitan acomodar el máximo número de usuarios. Esto es lo que se denomina proceso de coordinación de frecuencias.

La coordinación de frecuencias se inicia con el proceso de seleccionar frecuencias utilizables en un sistema que no produzcan interferencia perjudicial en otros sistemas existentes. Esta información puede ser intercambiada o "coordinada" con las partes interesadas para asegurar la compatibilidad entre los sistemas. La finalidad de este proceso es elevar al máximo la reutilización de frecuencias al tiempo que se reduce al mínimo la interferencia operativa entre los sistemas de comunicaciones.

La coordinación de frecuencia y los estudios de compatibilidad entre las instalaciones radioeléctricas existentes y las propuestas son partes necesarias de un sistema eficaz de gestión del espectro, ya sea realizada a nivel nacional o internacional. La coordinación de frecuencias internacional es un procedimiento que puede ejecutarse antes de conceder una asignación de frecuencia a una estación. Este procedimiento de coordinación de frecuencias suele ser un acuerdo especial concluido entre dos o más países.

e) CONCESIÓN DE LICENCIAS, ASIGNACIÓN Y ADMINISTRACIÓN

La concesión de licencias, la asignación y la administración son los procesos implicados en la cesión de autoridad a los usuarios individuales para la utilización del espectro radioeléctrico. Las etapas de este proceso vienen definidas por las

normas y reglamentos anteriormente identificados. Una entidad del gobierno suele controlar el proceso o función de concesión de licencias. Una vez que la entidad ha determinado que el sistema de comunicaciones propuesto cumple con estas normas, se concederá la autorización mediante la expedición de una licencia. Dado que los sistemas de comunicaciones tienen normalmente una vida limitada, la mayoría de las licencias se conceden por un periodo de tiempo específico. Si la vida útil del sistema excede del periodo de licencia, el usuario deberá solicitar una renovación de la licencia. En caso de introducir cualquier cambio en un sistema autorizado, las normas usualmente requieren que el usuario notifique a la oficina reguladora estos cambios de manera que pueda expedirse una licencia revisada. Si se siguen estos procedimientos en la concesión de licencias quedará garantizado que se mantiene la integridad de la base de datos de gestión del espectro, eliminando los sistemas retirados del servicio y reflejando los cambios efectuados en los sistemas en explotación.

f) COMPROBACIÓN TÉCNICA DEL ESPECTRO

Los encargados de la gestión del espectro, la comprobación técnica del espectro y de hacer respetar su cumplimiento necesitan los datos recopilados en el proceso de comprobación técnica para realizar sus misiones respectivas. Al más alto nivel, los datos requeridos son: datos de ocupación real del espectro comparados con la ocupación autorizada; desviaciones de los parámetros de transmisión autorizados; datos relativos a la localización y parámetros de transmisión de los transmisores legales e ilegales; datos relativos a la interferencia entre los transmisores y recomendaciones para resolver la interferencia. Los operadores necesitan también

estos datos así como los datos paramétricos que conciernen a la frecuencia central de la señal, anchura de banda, potencia, tipo y velocidad de modulación, dirección de acimut (o localización) de la fuente de señal, tiempo en que están presentes las señales, identificación del emisor y contenido de la señal.

g) CUMPLIMIENTO

Las ventajas de un sistema de gestión del espectro no pueden materializarse si los usuarios no cumplen los términos de su licencia y las normas y reglamentos técnicos. En las normas y reglamentos suelen incluirse disposiciones que definen las medidas a tomar ante las infracciones del usuario. Según la gravedad de las infracciones, las penalizaciones pueden abarcar desde simples avisos hasta multas, revocaciones de licencias y cese del funcionamiento de los sistemas. Sin procedimientos eficaces para imponer el cumplimiento podría verse comprometida la integridad del proceso de gestión del espectro.

La capacidad de una administración para hacer cumplir las normas y reglamentos establecidos en cuanto al funcionamiento de los sistemas de comunicaciones radioeléctricos depende claramente de un sistema de gestión del espectro eficaz y de un sistema de comprobación técnica del espectro integrado. Cuando se recibe una reclamación en materia de interferencia, la señal interferente puede ser observada por la entidad encargada del cumplimiento para determinar la localización de la señal, el tipo de transmisión y otros parámetros técnicos que puedan ayudar a identificar la fuente de interferencia. Puede luego explorarse la base de datos de gestión del espectro para determinar si el origen de la interferencia es un transmisor autorizado que está funcionando fuera de los parámetros técnicos que tiene autorizados o un

operador ilegal. Una vez determinado este punto, pueden adoptarse las medidas oportunas.

h) INGENIERÍA DEL ESPECTRO

La gestión del espectro implica decisiones que pertenecen a un campo tecnológico y se requiere una labor de ingeniería para evaluar adecuadamente la información, capacidades y soluciones del caso. Aunque en la mayoría de las decisiones intervienen consideraciones sociales, económicas y políticas pueden analizarse muchas cuestiones de gestión del espectro y tomarse decisiones al respecto basadas en factores técnicos y de ingeniería. Por consiguiente, se necesita que la organización cuente con personas versadas en estos análisis técnicos y que estén al tanto de los desarrollos tecnológicos para proporcionar evaluaciones imparciales a aquellos que, dentro de los grupos de política y planificación, hayan de considerar otros factores como la economía y la política nacional. Estos expertos pueden hallar soluciones a los problemas de interferencia, determinar las características técnicas del equipo necesarias para asegurar la compatibilidad entre los sistemas, o en algunos casos alentar la utilización de tecnologías no radioeléctricas. Un aspecto importante consiste en la utilización de modelos con información de entrada suministrada por bases de datos apropiadas para realizar análisis relacionados con la gestión del espectro, como los de asignaciones de frecuencia. Pueden utilizarse estos modelos para predecir si es posible el cumplimiento de las normas y reglamentos (por ejemplo, los límites de densidad de flujo de potencia) y para evaluar las posibilidades de compartición calculando el riesgo de interferencias.

1.1.3. RELACIÓN ENTRE COMPROBACIÓN TÉCNICA Y GESTIÓN DEL ESPECTRO

Las funciones de comprobación técnica del espectro y de gestión del espectro guardan una estrecha relación y por ello vincular estas capacidades a través de un sistema de computador integrado pueden producir una mayor eficacia y rendimiento económico de ambos sistemas. Debe ponerse de relieve que es sumamente importante en la realización de un sistema de gestión del espectro desarrollar primero una estructura de base de datos y de sistema que sostenga la integridad del proceso. Si no se mantienen debidamente archivados los elementos esenciales de cada una de las utilizaciones autorizadas del espectro, habrá sólo una limitada necesidad de datos sobre la comprobación técnica del espectro y una gran cantidad de recursos invertidos en actividades de comprobación técnica no se utilizarán eficazmente. En el caso de una base de datos inadecuada, puede utilizarse con mayor eficacia una combinación de las técnicas de comprobación técnica y de cumplimiento para aplicar los recursos y ayudar a perfeccionar la base de datos.

La comprobación técnica está íntimamente asociada a la inspección y al obligado cumplimiento en cuanto que permite la identificación y la medición de las fuentes de interferencia, la verificación de las características técnicas y de explotación correctas de las señales radiadas y la detección e identificación de los transmisores ilegales.

La comprobación técnica presta además soporte al trabajo general de gestión del espectro proporcionando la medición general de la utilización de canales y de bandas, incluyendo las estadísticas de disponibilidad de canales y la eficacia de los procedimientos de gestión del espectro. Obtiene estadísticas sobre la eficacia de los procedimientos de gestión del espectro. Asimismo consigue información de carácter

técnico y de explotación sobre la ocupación del espectro. La comprobación técnica es también útil para la planificación, ya que puede servir a los responsables de la gestión del espectro para comprender mejor el nivel de utilización del mismo comparado con las asignaciones que están registradas en ficheros de papel y de datos.

a) UTILIZACIÓN DE BASES DE DATOS

Las bases de datos son componentes esenciales de cualquier sistema de comprobación técnica del espectro o de gestión del espectro. Las diversas bases de datos pueden incluir los siguientes tipos de información: atribuciones de frecuencia internacionales; atribuciones de frecuencia nacionales; asignaciones de frecuencia, parámetros técnicos de usuarios autorizados que incluye las características del equipo y los datos geográficos y topográficos. Estas bases de datos se utilizarían para fines administrativos y de concesión de licencias, análisis de interferencia y asignaciones de frecuencias.

El servicio de comprobación técnica del espectro debe tener acceso a la base de datos central de los usuarios autorizados. Esto ofrece un medio para comprobar la precisión de los procesos de concesión de licencia y atribución e identificar las utilizaciones no autorizadas del espectro.

El servicio de comprobación técnica puede también crear bases de datos de la actividad de transmisión supervisada. Esta información puede utilizarse como registro de eventos que más tarde serán correlacionados con las bases de datos centralizadas.

b) SOPORTE LÓGICO DE AUTOMATIZACIÓN

Los sistemas refinados de gestión del espectro y de comprobación técnica de las emisiones contendrán un extenso soporte lógico para automatizar las tareas de recopilación, procesamiento y evaluación de datos y de análisis de interferencias. El empleo de soporte lógico para almacenar en bases de datos la actividad de comprobación técnica del espectro y correlacionar esta información con la base de datos central de usuarios autorizados puede ahorrar tiempo de investigación e incrementar la exactitud.

1.1.4. VENTAJAS DE LA GESTIÓN DEL ESPECTRO

a) UTILIZACIÓN EFICAZ DEL ESPECTRO

El rápido crecimiento de la demanda de servicios de comunicación mundiales, impulsado por la tendencia hacia una sociedad apoyada en la información, conducirá a una grave escasez del espectro disponible a menos que se tomen medidas para la gestión de dicho espectro a nivel nacional e internacional. Dado que el espectro de frecuencias es un recurso limitado, el crecimiento requerido deberá alcanzarse a través de una utilización eficaz del espectro disponible.

Un programa acertado de gestión del espectro dará lugar a una utilización eficaz del mismo y a su compatibilidad con sistemas y normas internacionales. Se consigue la utilización eficaz mediante la atribución estratégica de porciones de espectro para satisfacer las necesidades de los usuarios, sin incurrir en desaprovechamiento alguno del espectro. Esta conservación de espectro permitirá la expansión futura y la aparición de nuevas tecnologías inalámbricas.

b) COMPARTICIÓN DE BANDAS

Una consideración importante en la gestión del espectro es la capacidad de uno o más usuarios o servicios para compartir un segmento del espectro de frecuencias sin interferencias. La compartición del espectro entre los usuarios aumenta eficazmente la cantidad de espectro disponible para una amplia variedad de servicios. La compartición puede verse facilitada por la separación geográfica de los usuarios, la coordinación de éstos en el tiempo o la utilización de tecnologías sólidas que permitan la coexistencia de transmisiones múltiples.

La atribución de espectro a los usuarios sujetos a restricciones geográficas se aprovecha de las limitaciones de propagación de señal. El ejemplo más sencillo de restricciones geográficas son las diferencias en atribuciones que existen entre las Regiones de la UIT. A escala menor, la separación geográfica es también la base de la planificación de frecuencia para un sistema celular, la cual permite la reutilización de frecuencias tras haber logrado una separación física apropiada entre las células.

La coordinación en tiempo se está popularizando más como método que facilita la compartición mediante el empleo de tecnologías con agilidad de frecuencia y sistemas de concentración de enlaces. En estos sistemas, uno o más canales pueden ser compartidos por numerosos usuarios que tengan limitadas necesidades en cuanto a tiempo de transmisión.

La compartición realizada a través de una atribución equitativa de tiempo y espacio sólo permite sin embargo que un usuario ocupe el espectro a la vez. No obstante, hay numerosos sistemas capaces de coexistir en el mismo segmento de tiempo y espacio del espectro, dependiendo del umbral de interferencia específico de cada sistema.

1.2. OBJETIVOS DE COMPROBACIÓN TÉCNICA NACIONALES

La finalidad de la comprobación técnica del espectro es dar soporte al proceso de gestión del espectro en general, a la asignación de frecuencias y a las funciones de planificación. La comprobación técnica del espectro cumple este fin suministrando información adecuada susceptible de utilizarse para determinar la observancia de las normas técnicas y operativas fijadas por el proceso de gestión del espectro. El programa de gestión del espectro apoya asimismo al proceso de comprobación técnica al proporcionar datos exactos y completos sobre las actuales asignaciones y realizar asignaciones de trabajos específicos a la actividad de comprobación técnica. Se utiliza la comprobación técnica para realizar las funciones siguientes:

- Mediciones generales de la utilización de canales y de bandas, incluyendo la evaluación de la disponibilidad de canal y la eficacia de los procedimientos de asignación de frecuencias;
- Resolución de los problemas de interferencia;
- Observancia de las políticas de gestión del espectro, que comprende:
 - a) Verificación de las características técnicas y operativas correctas de las señales transmitidas;
 - b) Detección e identificación de los transmisores ilegales;
- Generación y verificación de los registros de frecuencia.

1.2.1. COMPROBACIÓN TÉCNICA RELATIVA A LA OBSERVANCIA DE LAS ACTUALES REGLAS NACIONALES

La finalidad es identificar aquellas transmisiones que no se ajustan a los requisitos actuales, bien porque la transmisión no está autorizada o por algún defecto técnico de la transmisión. Existen varios motivos de este tipo de trabajo:

- Una transmisión no autorizada o defectuosa provoca un deficiente servicio de otros usuarios a causa de la interferencia;
- Las transmisiones no autorizadas representan para la administración la pérdida de los ingresos por licencia y desincentivan a los demás usuarios a solicitar licencia;
- La planificación sólo puede avanzar con eficacia en un entorno estable y coordinado;
- Especialmente en lo que afecta a la recepción doméstica, el público tiene sus propias opiniones sobre el nivel de servicio aceptable.

La comprobación técnica se utiliza para obtener información detallada sobre las características técnicas o de explotación de los sistemas radioeléctricos. Habitualmente podría incluirse aquí una medición detallada del espectro de emisión de un transmisor o de un diagrama de radiación de antena. Estas mediciones pueden servir para obtener la información necesaria en un análisis de EMC determinado, para verificar la conformidad con las características especificadas en un cierto registro de asignación de frecuencia o como parte de un proceso de homologación para garantizar que un tipo particular de equipo funcionará de modo compatible con otros equipos en la banda de frecuencias. Por último, las mediciones podrían tener la

simple finalidad de cerciorarse de que un determinado transmisor está funcionando de acuerdo con los límites especificados.

Las mediciones de comprobación técnica del espectro son útiles para determinar la causa de interferencia a transmisores autorizados. Estas mediciones pueden detectar la presencia de transmisores no autorizados que originan la interferencia o condiciones más complejas que resultan de una combinación de transmisores, emisiones espurias no deliberadas, etc. Aunque pueda necesitarse una gran variedad de combinaciones de mediciones de espectro y análisis de ingeniería para resolver algunos tipos de interferencia, las mediciones del espectro suelen jugar un papel esencial en este proceso. La observación auditiva será frecuentemente útil para conocer la identidad de los transmisores implicados en la interferencia.

Un problema importante en la detección de transmisores no autorizados es que suele ser difícil separar las señales legales de aquellas que no están autorizadas. Esto es especialmente cierto en las bandas congestionadas cuando transmisores no autorizados comparten las mismas frecuencias.

La detección de señales no autorizadas a veces puede realizarse mediante una observación auditiva en las frecuencias en las que los usuarios autorizados se han quejado de interferencia o en las que los registros de asignación de frecuencias no muestran usuarios legalmente asignados. La radiogoniometría, los vehículos de seguimiento móvil y la inteligencia obtenida de la observación auditiva ayudan a identificar y localizar los transmisores ilegales una vez que han sido detectados.

1.2.2. LA COMPROBACIÓN TÉCNICA EN AYUDA DE LA POLÍTICA DE GESTIÓN DEL ESPECTRO

Una buena gestión del espectro sólo puede desarrollarse satisfactoriamente si los planificadores reciben una información adecuada sobre la utilización actual del espectro y la variación de las tendencias de la demanda. Si bien se recoge gran cantidad de datos de los aspirantes a usuarios en los formularios de solicitud o renovación de licencia, rara vez estos datos son apropiados para la gestión del espectro. Estos registros indicarán solamente que está autorizada la utilización de una frecuencia, pero quizá no den información adecuada sobre si esa frecuencia se utiliza realmente. Por lo tanto, una banda de frecuencias que aparece congestionada a juzgar por los registros de asignación de frecuencia puede estar congestionada o no en la realidad.

a) DATOS DE UTILIZACIÓN (OCUPACIÓN) DEL ESPECTRO

Los datos de utilización indican en qué porción del tiempo ha habido señal presente en una determinada frecuencia, ya sea para transmisiones en una sola frecuencia o en todas las frecuencias de una banda. Las mediciones de utilización individual en una sola frecuencia pueden combinarse para exponer cómo varía la utilización durante un día de 24 horas incluyendo la hora cargada y las horas de utilización máxima, media y mínima. Pueden combinarse los datos de utilización de muchas frecuencias para mostrar la utilización media en todas las frecuencias de una banda o en un grupo escogido de usuarios.

La información de utilización es un instrumento valioso para varias funciones de gestión del espectro. Esta información puede emplearse para identificar los canales

no utilizados de una banda o prohibir la adición de más asignaciones a los canales intensamente utilizados. Puede también utilizarse para provocar una investigación cuando hay una utilización presente en canales que según los registros de gestión de frecuencias no están asignados, o cuando no se detecta utilización en frecuencias que han sido objeto de asignaciones. Finalmente esta información puede servir para planificar, la atribución de bandas adicionales cuando las bandas existentes se congestionan demasiado.

b) AYUDA A LAS NUEVAS ASIGNACIONES

El nivel de utilización de cada titular de licencia varía según la actividad que desempeña y la hora del día. Los datos de concesión de licencia pueden emplearse para predecir los niveles de utilización con cierto grado de éxito que depende del refinamiento del modelo de predicción y la precisión de los datos. A medida que aumenta la congestión, el modelo será progresivamente menos adecuado para identificar los canales de menor utilización. Los datos de comprobación técnica procedentes de la zona de la asignación propuesta serán de inestimable valor para identificar la frecuencia más adecuada a los fines de los futuros concesionarios.

c) AYUDA AL DESARROLLO DE MEJORES MODELOS DE GESTIÓN

Los datos de comprobación técnica son de costosa recopilación y pese a ser un instrumento valioso no es práctico utilizarlos para todas las asignaciones. Las zonas del país de escasa utilización pueden atenderse bastante bien mediante un modelo basado en los datos de la licencia. Los datos de comprobación técnica recogidos en las zonas más ocupadas pueden compararse con los niveles predichos por el modelo,

sirviendo los resultados para identificar los datos de concesión de licencia sospechosos y refinar el modelo de manera que encaje mejor con la situación total. De esta manera, puede ser validado el modelo y potenciada su aplicabilidad, y la comprobación técnica puede orientarse mejor hacia las zonas que más necesitan asistencia.

d) AYUDA A LA ATENCIÓN DE RECLAMACIONES Y CONSULTAS

A medida que crece la congestión, los usuarios están menos satisfechos con el servicio disponible. La posibilidad de ejercer la comprobación técnica en zonas en las que se concentran las reclamaciones en número desmesurado permite enterarse de la verdadera naturaleza del problema e idear la actuación correctiva óptima. También será posible sustanciar o rechazar las alegaciones de los reclamantes en cuanto a la calidad de servicio que perciben.

e) AYUDA PARA CLASIFICAR LA INTERFERENCIA A LARGO PLAZO Y LOS EFECTOS DE PROPAGACIÓN ANÓMALA

Las bandas de ondas métricas y decimétricas no son inmunes a los efectos de la propagación anómala. Se producen pues interferencias de servicios distantes que normalmente se consideran demasiado alejados para justificar grandes esfuerzos de coordinación.

Estos efectos tienen una vida muy breve y, aunque se disponga de datos estadísticos sobre ellos, sus implicaciones sobre servicios determinados solamente podrán evaluarse a través de la comprobación técnica. Puede suceder muy bien que sólo unos pocos servicios estén afectados por unos cuantos transmisores distantes. El remedio adecuado será específico de cada caso y unos buenos datos de

comprobación técnica ayudarán mucho a identificar las causas del problema.

f) AYUDA A LA COMPARTICIÓN

Existe actualmente tal demanda sobre el espectro que se espera que los servicios hayan de compartirlo. Ciertos tipos de servicio son claramente incompatibles, pero a menudo la cuestión está en el límite y tendrán que realizarse pruebas para determinar el verdadero nivel de compatibilidad. Al ejercer un control sobre el desarrollo de la prueba se obtendrán informaciones tales como los niveles relativos de señales que ayudarán al análisis del comportamiento del sistema.

g) VERIFICACIÓN Y MEJORA DE LA BASE DE DATOS

Todas las bases de datos acusan problemas de exactitud y actualidad. Pueden utilizarse los datos de la comprobación técnica para ayudar a comprobar la exactitud de las bases de datos de gestión del espectro y facilitar su puesta al día. Además, la capacidad de comprobación técnica suplementada con las posibilidades de verificación de la base de datos soporta cierta motivación adicional para mantener una base de datos exacta y al día.

1.3. SISTEMA NACIONAL DE GESTIÓN Y COMPROBACIÓN TÉCNICA DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO DEL PERÚ

1.3.1. OBJETIVO

El objetivo principal es la Gestión y Comprobación Técnica del Espectro Radioeléctrico a Nivel Nacional, el cual constituye un paso inicial para la descentralización de las funciones de la Dirección General de Telecomunicaciones contenidas en el T.U.O. de la Ley de Telecomunicaciones. Esto permitirá:

- La descentralización de la Gestión y de la Comprobación Técnica del Espectro Radioeléctrico.
- La racionalización, ordenamiento y garantía de la disponibilidad de frecuencias del Espectro Radioeléctrico.
- Automatizar las gestiones para otorgamiento de las Autorizaciones de uso del Espectro Radioeléctrico.
- Garantizar a los usuarios el uso del espectro radioeléctrico libre de interferencias, solucionando cualquier caso que se presente.
- Detectar emisiones clandestinas.
- Homologar equipos.
- Verificación de los equipos vendidos por las Casas Comercializadoras, constatando que dicho equipamiento cuente con su respectiva Autorización.

1.3.2. FUNCIONES

a) SUB-SISTEMA DE GESTIÓN.

El Sub-sistema de Gestión tiene Funciones Administrativas y Técnicas que permiten una gestión eficaz del Espectro Radioeléctrico, las cuales pueden agruparse en los siguientes bloques:

- Trámite documentario
- Asignación de frecuencias utilizando herramientas de ingeniería del espectro
- Licencias
- Facturación
- Homologación

b) SUB-SISTEMA DE COMPROBACIÓN TÉCNICA

El Sub-sistema de Comprobación Técnica tiene funciones que permiten una Comprobación Técnica eficiente del Espectro Radioeléctrico

VLF / HF (9 kHz. a 30 MHz)

- Comprobación Técnica.
- Monitoreo.
- Análisis de la señal.

V / UHF (20 a 3,000 MHz)

- Comprobación Técnica.
- Monitoreo.
- Análisis de la señal.
- Goniometría.
- Localización.

1.3.3. SITUACIÓN

a) LIMA METROPOLITANA

Sistema de Comprobación Técnica

- Una Estación Central de Comprobación Técnica del Espectro instalada y funcionando en el piso 13 del edificio "Mello Franco" del MTC ubicada en la esquina del Jr. Mello Franco con Av. Arnaldo Márquez Cuadra 15 Jesús María (Desde Diciembre 1998).
- Dos Estaciones No Atendidas de Goniometría (Remotas) instaladas y funcionando en el Cerro San Cristóbal (Rímac) y en el Cerro Camacho (Surco) (Desde Diciembre de 1998).
- Una Estación No Atendida de Goniometría (Remota) instalada y funcionando en la azotea del Hospital Daniel Alcides Carrión (Callao).
- Una Estación Móvil de Comprobación Técnica y Goniometría funcionando (Desde Diciembre de 1998).
- Dos Unidades Móviles para inspecciones funcionando (Desde Marzo 1999).

Sistema de Gestión

Software de Gestión ELLIPSE en proceso de Puesta en Servicio, en condiciones de funcionamiento desde Agosto del 2001.

b) CIUDADES DE AREQUIPA, CUSCO, TRUJILLO, IQUITOS, HUANCAYO Y PIURA

Sistema de Comprobación Técnica

- Una Estación Regional de Comprobación Técnica del Espectro instalada en cada ciudad y en condiciones de operación a partir de Junio del 2001.

Sistema de Gestión

Software de Gestión ELLIPSE en proceso de Puesta en Servicio, en condiciones de funcionamiento a partir de Agosto del 2001.

c) CIUDADES DE TUMBES, ICA Y TACNA, CHICLAYO, CHIMBOTE, JULIACA

Las obras civiles para estas Estaciones se encuentran en proceso de ejecución.

El Equipamiento se encuentra en proceso de adquisición.

d) ESTACIONES DE GONIOMETRÍA DE HF EN LORETO, PIURA, LIMA, AREQUIPA Y CUSCO

La ubicación de las Estaciones para estas ciudades se encuentra en estudio y el equipamiento en proceso de adquisición.

e) CIUDADES DE CAJAMARCA, HUARAZ, HUÁNUCO, AYACUCHO, HÜACHO, CHINCHA, TARAPOTO, ILO

La ubicación de las Estaciones para estas ciudades se encuentra en estudio y el equipamiento en proceso de adquisición.



FIGURA 1 Estaciones de Control del Espectro Radioeléctrico

Leyenda :

- Estación Central de Gestión y Comprobación Técnica del Espectro.
- Estación Regional de Gestión y Comprobación Técnica del Espectro
- Estación No Atendida de Goniometría.
- △ Estación de Comprobación Técnica del Espectro en la Banda de HF.
- 🚗 Estación Móvil de Comprobación Técnica y Goniometría.
- 🚚 Unidades Móviles de Inspección.
- 📊 Ubicación de Estaciones en estudio.

El equipamiento adquirido permitirá cumplir adecuadamente sus funciones a la Dirección General de Telecomunicaciones, mediante el desarrollo de las siguientes actividades:

Inspecciones:

- Inspecciones Técnicas para obtención de Licencia de Operación y para Renovación de Autorización
- Inspecciones por cambios de características técnicas de autorización (por ejemplo: Potencia, frecuencia, equipamiento, ubicación de Estudios y/o planta transmisora, cambio de emisión)
- Detección y Localización de Estaciones que no cuentan con Autorización

Atención de quejas:

- Por Interferencias
- Denuncias de Estaciones que no cuentan con Autorización
- Del público en General

Comprobación Técnica del Espectro Radioeléctrico:

- Grado de Ocupación del Espectro
- Medición de frecuencia
- BW
- Características de Modulación
- Intensidad de Campo
- Localización (Goniometría)

CAPITULO II

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE BASE DE DATOS DE GESTION ADMINISTRATIVA

2.1. NECESIDAD DE LA GESTIÓN DEL ESPECTRO

El uso cada vez mayor que hace la sociedad de las tecnologías basadas en las radiocomunicaciones y las enormes oportunidades de desarrollo que ofrecen esas tecnologías destacan la importancia de los organismos de gestión del espectro y de los sistemas de gestión nacional del espectro. Los continuos progresos tecnológicos han abierto las puertas a una gran variedad de nuevas aplicaciones del espectro. Estos desarrollos, si bien han dado lugar a un uso más eficaz del espectro, por otra parte han despertado un mayor interés y demanda por este limitado recurso. Por consiguiente, la gestión eficaz y eficiente del espectro, condición fundamental para obtener el máximo provecho de este recurso, cada vez es más compleja. Las mejoras en la capacidad de tratamiento de datos y en los métodos de análisis de ingeniería son elementos clave para acomodar el número y variedad de usuarios que pretenden el acceso al espectro. Para utilizar de manera efectiva y eficaz este recurso, la compartición del espectro disponible debe coordinarse entre los usuarios de acuerdo

con las reglamentaciones nacionales vigentes dentro de las fronteras del país y de conformidad con el Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) en el ámbito internacional. La capacidad de cada país para aprovechar todas las ventajas que ofrece este recurso depende en gran medida de los organismos de gestión del espectro que facilitan la implantación de los sistemas de radiocomunicaciones y aseguran su funcionamiento compatible. En consecuencia, deben utilizarse todos los medios disponibles para mejorar la gestión nacional del espectro y debe llevarse a cabo una coordinación internacional. Las administraciones deben disponer de sistemas nacionales de gestión del espectro y de organismos gestores del espectro con personal capacitado para llevar a cabo estas tareas.

2.2. FUNDAMENTOS SOBRE GESTIÓN DEL ESPECTRO

2.2.1. OBJETIVOS

Para que un sistema de gestión del espectro tenga éxito, el personal de gestión del espectro y los usuarios del espectro a los que se da servicio deben entender los objetivos nacionales. A partir de dichos objetivos nacionales los organismos de gestión del espectro establecen sus propios fines y orientan sus actividades, y los usuarios del espectro comprenden sus oportunidades y entienden sus obligaciones.

Entre los objetivos nacionales para la utilización del espectro pueden citarse los siguientes:

- ofrecer servicios de comunicaciones rápidos, eficaces, a escala nacional ya escala mundial para utilización personal y comercial;

- Impulsar la innovación en el desarrollo de la infraestructura y la prestación de servicios;
- Servir los intereses nacionales en materia de seguridad y defensa;
- Salvaguardar la vida humana y la propiedad privada;
- Apoyar la prevención del crimen y el cumplimiento de las leyes;
- Apoyar los sistemas de transporte nacionales e internacionales;
- Fomentar la conservación de los recursos naturales;
- Colaborar en la difusión de información y entretenimiento de interés educativo, general y público;
- Promover la investigación científica, el desarrollo y la exploración;
- Estimular el progreso económico y social.

Para lograr estos objetivos, el sistema de gestión del espectro debe ofrecer un método ordenado para la atribución de bandas de frecuencias, la autorización e inscripción de la utilización de frecuencias, el establecimiento de normas y reglamentos con objeto de controlar la utilización del espectro, la resolución de los conflictos que surjan en el empleo de este recurso y la representación de los intereses nacionales en los foros internacionales.

2.2.2. DIRECTRICES PRINCIPALES DE LA GESTIÓN NACIONAL DEL ESPECTRO

Para realizar una gestión del espectro a escala nacional y dirigirla de manera que aliente la utilización de este recurso, deben formularse ciertas directrices y hacerlas del dominio público. El objetivo de estas directrices es establecer una base legal para

gestionar el empleo del espectro, proporcionar pautas de alcance nacional sobre el uso del espectro y crear una reglamentación específica para llevar a cabo las actividades de radiocomunicaciones.

a) LEY DE RADIOCOMUNICACIONES

Debido al rápido avance de la tecnología radioeléctrica y al cometido fundamental que desempeña dicha tecnología en la vida de cada país, las leyes relativas al espectro son tan importantes como las que controlan la utilización de las tierras y el agua. Por consiguiente, la utilización y reglamentación de las radiocomunicaciones deben ser temas contemplados por el ordenamiento jurídico de cada país. Como el entorno de funcionamiento y los requisitos para la gestión son tan distintos, las administraciones deben distinguir claramente entre una ley relativa a las radiocomunicaciones y otra ley referente a las telecomunicaciones en general. En zonas donde las radiocomunicaciones no están muy extendidas y la necesidad de gestión del espectro aún no es acuciante, los gobiernos nacionales deben adelantarse a una expansión de las radiocomunicaciones y asegurar el establecimiento de un marco legal adecuado. Los elementos finales que debe considerar la ley nacional de radiocomunicaciones son la necesidad de que el público pueda acceder a los procesos de decisiones sobre la gestión del espectro y de que el gobierno sea sensible a la demanda pública.

b) CUADROS NACIONALES DE ATRIBUCIÓN DE BANDAS DE FRECUENCIAS

Un cuadro nacional de atribución de bandas de frecuencias proporciona las bases

para un proceso eficaz de gestión del espectro. Ofrece un plan general para el empleo del espectro y la estructura básica para asegurar una utilización eficaz del mismo así como la prevención de interferencia de radiofrecuencia entre servicios. La utilización del cuadro ofrece orientaciones a los fabricantes sobre las bandas de frecuencias para las que deben diseñarse y construir los equipos ya los usuarios sobre la explotación de los mismos.

El Cuadro internacional de atribución de bandas de frecuencias, artículo 8 del Reglamento de Radiocomunicaciones, ha sido adoptado por la UIT en las conferencias mundiales de radiocomunicaciones para las tres Regiones del mundo. Este cuadro constituye la base de los cuadros nacionales y en algunos países puede utilizarse como el propio cuadro nacional.

c) REGLAMENTOS Y PROCEDIMIENTOS

El instrumento cotidiano fundamental de la gestión del espectro es el conjunto de reglamentos y procedimientos publicados, promulgados y adoptados por el organismo de gestión nacional del espectro. Estos reglamentos constituyen la base para el uso habitual de las radiocomunicaciones y permiten a los usuarios del espectro entender la forma en que son controladas sus operaciones. Además, la reglamentación proporciona un método para establecer una interacción con la autoridad de gestión del espectro. Los procedimientos deben incluir los pasos para presentar recursos legales contra las decisiones de adoptar o modificar los reglamentos y procedimientos. La ausencia de un documento que contenga dichos reglamentos y procedimientos disuadirá a los proveedores de servicios de que utilicen o desarrollen privadamente radiocomunicaciones, puesto que estimarán que

sus inversiones corren un alto riesgo debido a la falta de claridad normativa.

2.2.3. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA Y PROCESOS

Como se ha indicado anteriormente, la ley nacional de radiocomunicaciones debe delegar la autoridad y responsabilidad sobre la gestión de la utilización del espectro en un organismo u organismos del gobierno. La determinación del organismo al que se otorga dicha autoridad para gestionar el espectro dependerá de la estructura del propio gobierno nacional y variará de un país a otro. La gestión del espectro puede ser realizada por una o más organizaciones. Aunque lo ideal es contar con una sola autoridad, la realidad política y el nivel de recursos financieros y de personal disponibles determinan a menudo el empleo de otros métodos.

Los procesos elaborados para la atribución del espectro, la asignación de frecuencias a determinados licenciatarios y la comprobación técnica del cumplimiento de los términos establecidos en la licencia son instrumentos esenciales para alcanzar los objetivos nacionales. El proceso debe permitir una toma de decisiones al servicio de los intereses públicos, reflejando a la vez la política nacional y los planes relativos al espectro, los desarrollos tecnológicos y las realidades económicas. La independencia de la autoridad de gestión del espectro puede ser fundamental para tomar decisiones de interés nacional. Al mismo tiempo, el grado en que los usuarios del espectro participen directamente en el proceso de toma de decisión puede mejorar en gran medida dicho proceso y afectar a los resultados.

2.2.4. RESPONSABILIDADES FUNCIONALES

La estructura de gestión del espectro se constituye de manera natural en torno de las

funciones que debe llevar a cabo. Las funciones básicas son las siguientes:

- Política de gestión del espectro y planificación / atribución del espectro;
- Asignación de frecuencias y concesión de licencias;
- Normas, especificaciones y autorización de equipos;
- Control del espectro (puesta en vigor y comprobación técnica);
- Cooperación internacional;
- Coordinación y consulta;
- Soporte de ingeniería del espectro;
- Soporte informático;
- Apoyo administrativo y legal.

Las funciones de apoyo administrativo y legal deberán formar parte necesariamente de la organización de gestión del espectro.

2.3. INGENIERÍA DEL ESPECTRO

2.3.1. PLANES Y PROCEDIMIENTOS TÉCNICOS

Los planes técnicos tienen por objeto proporcionar un conjunto de directrices al diseñador de sistemas específicos, a los fabricantes de equipos y a las organizaciones que operan los sistemas de radiocomunicaciones. El cumplimiento de los planes técnicos favorece el funcionamiento armónico de los sistemas de radiocomunicaciones y permite agilizar el método de concesión de licencias simplificando la evaluación del sistema.

Los procedimientos técnicos informan a los aspirantes a conseguir licencia radioeléctrica sobre los pasos que deben seguir para obtenerla, la información técnica

necesaria, el proceso de coordinación invocado, el formulario de solicitud adecuado que ha de utilizarse y las escalas de tiempo que cabe esperar.

Una asignación es la "autorización que da una administración para que una estación radioeléctrica utilice una frecuencia o un canal radioeléctrico determinado en condiciones especificadas".

Una adjudicación es la "inscripción de un canal determinado en un plan adoptado por una conferencia para un servicio de radiocomunicaciones terrenal o espacial en uno o varios países o zonas geográficas determinados y según condiciones especificadas".

Una atribución es la Inscripción en el Cuadro de atribución de bandas de frecuencias de una banda de frecuencias determinada para que sea utilizada por uno o varios *servicios de radiocomunicación terrenal* o espacial o por el *servicio de radioastronomía* en condiciones especificadas.

El Cuadro de atribución de bandas de frecuencias de la UIT, el Cuadro nacional de atribución de bandas de frecuencias y los Planes de subasignación de frecuencias se utilizan para establecer los parámetros técnicos que controlan la implantación de un servicio en una administración concreta. Los planes de subasignación tienen por objeto asegurar que el diseñador de sistemas específicos, los fabricantes de los equipos y las organizaciones que explotan estos sistemas cuentan con un conjunto de pautas de realización.

En una banda de frecuencias nueva, donde éstas aún no están asignadas, los organismos de gestión del espectro tienen la oportunidad de establecer un plan de distribución de canales que satisfaga de manera eficaz las necesidades de los usuarios actuales y futuros.

2.3.2. INSTRUMENTO PARA EL ANÁLISIS DE INGENIERÍA

Las siguientes técnicas constituyen la base de las prácticas fundamentales de ingeniería en la gestión del espectro.

a) TÉCNICAS DE ASIGNACIÓN DE FRECUENCIAS

La mayoría de las asignaciones de frecuencias se hacen según el criterio de primer llegado, primer servido. Sin embargo, existen varios factores que influyen en la correspondencia a establecer entre los distintos tipos de demandas y las bandas de frecuencias, y los organismos de gestión del espectro han de considerarlos. La seguridad de la vida humana en el mar, en el aire y también en tierra es un requisito vital.

La gestión del espectro consiste en asignar frecuencias a usuarios individuales del recurso nacional atribuido atendiendo a las limitaciones de seguridad, eficacia y disponibilidad.

Asignación de frecuencias por la regla de frecuencia-distancia (FD)

Las reglas de separación frecuencia-distancia forman parte del proceso de gestión de frecuencias en muchos servicios. El problema puede enunciarse de la forma siguiente: dado un conjunto de limitaciones de frecuencias entre los transmisores, deben asignarse frecuencias a los mismos de manera que se respeten estas limitaciones y se reduzca al mínimo la anchura de banda total necesaria. Las limitaciones de frecuencia consisten en conjuntos de separaciones entre canales prohibidas que restringen las frecuencias de posible asignación a los transmisores con el fin de evitar la interferencia. Las reglas de frecuencia-distancia vienen normalmente expresadas por la separación entre transmisores y receptores, o bien

pueden obtenerse a partir de los cálculos de la relación señal / interferencia, las prioridades asignadas u otras consideraciones.

Los resultados de ciertas investigaciones demuestran que es posible asignar frecuencias individuales a transmisores arbitrariamente situados de forma que se consiga el máximo número de usuarios en una anchura de banda especificada, utilizando estrategias de asignación de frecuencias economizadoras de espectro. El proceso de esta estrategia de asignación de frecuencias es el siguiente:

- Ordenar los transmisores;
- Asignar al primer transmisor el canal l ;
- Seleccionar el siguiente transmisor y seleccionar y asignar el canal.

Se repite el último paso hasta que se han asignado frecuencias a todos los transmisores. El orden de selección de los transmisores se basan en el número de transmisores situados a menos de una cierta distancia del transmisor seleccionado. En un plan de canales la numeración de los mismos puede empezar en cualquier extremo de la banda.

Se asigna frecuencia en primer lugar al transmisor que lleve el mayor número de transmisores asociados y así sucesivamente. El canal elegido en primer lugar para ese transmisor será el canal ocupado aceptable de menor numeración, sin quebrantar ninguna de las reglas FD. Si no hay capacidad suficiente en el canal ocupado aceptable, se asigna al transmisor el canal aceptable de número más pequeño.

b) MODELOS DE PROPAGACIÓN

Las pérdidas de propagación de las ondas radioeléctricas constituyen uno de los parámetros fundamentales a considerar para determinar el tamaño práctico de la zona

de cobertura de un sistema de radiocomunicaciones y el grado de interferencia no intencionada.

Existen siete modos de propagación, a saber: por guía de onda, por onda de superficie, por onda ionosférica, por onda espacial (consistente en una onda directa y una onda reflejada en el suelo), por difracción, por dispersión troposférica y por visibilidad directa (punto a punto o Tierra-satélite). En la TABLA 1 aparece un resumen de los modos de propagación, alcances, anchuras de banda, utilización y posibilidades de interferencia en las bandas de frecuencias de las ondas miriamétricas y las ondas milimétricas.

A continuación se consideran brevemente varios métodos de propagación.

Banda de ondas miriamétricas ($f < 30$ kHz)

En frecuencias inferiores a 30 kHz las pérdidas de propagación son similares a las que se experimentan en el espacio libre. En esta banda pueden desplazarse las señales en modo guíaonda constituido éste por la ionosfera y la Tierra.

Banda de ondas kilométricas ($30 < f < 300$ kHz)

En esta gama de frecuencias predominan dos modos distintos de propagación: el modo de onda de superficie, que a menudo determinará el límite de la señal deseada, y el modo de onda ionosférica, por el que se propagarán frecuentemente las señales no deseadas. La amplitud de la señal ionosférica tiene una importante variación diurna debido a los cambios en la absorción ionosférica.

	Frecuencia	Modo	Alcance	Anchura de Banda	Volumen de interferencia	Utilización
Ondas miriámétricas	3-30 kHz	guíaondas	varios miles de km	muy limitada	muy amplio	A escala mundial, radionavegación de largo alcance y comunicaciones estratégicas
Ondas kilométricas	30-300 kHz	onda de superficie, onda ionosférica	varios miles de km	muy limitada	muy amplio	Radionavegación de largo alcance y comunicaciones estratégicas
Ondas hectométricas	0,3-3 MHz	onda de superficie, onda ionosférica	unos pocos miles de km	moderada	muy amplio	Alcance medio punto a punto servicio de radiodifusión y servicio móvil marítimo
Ondas decamétricas	3-30 MHz	onda ionosférica	hasta varios miles de km	amplia	muy amplio	Largo alcance y corto alcance punto a punto, radiodifusión mundial, servicio móvil
Ondas métricas	30-300 MHz	onda espacial, dispersión troposférica, difracción	hasta unos cuantos cientos de km	muy amplia	confinado	Corto alcance y alcance medio punto a punto, servicio móvil, redes de área local, radiodifusión de audio y vídeo, comunicaciones personales
Ondas decimétricas	0,3-3 GHz	onda espacial, dispersión troposférica, difracción, visibilidad directa	menos de 100 km	muy amplia	confinado	Corto alcance y alcance medio punto a punto, servicio móvil, redes de área local, radiodifusión de audio y vídeo, comunicaciones personales. Comunicaciones por satélite
Ondas centimétricas	3-30 GHz	visibilidad directa	30 km; varios miles de km	muy amplia, hasta 1 GHz	generalmente confinado	Corto alcance punto a punto, radiodifusión de audio y vídeo, redes de área local, comunicaciones móviles / personales, comunicaciones por satélite
Ondas milimétricas	30-300 GHz	visibilidad directa	20 km; varios miles de km	muy amplia, hasta 10 GHz	generalmente confinado	Corto alcance punto a punto, microcelular, redes de área local, comunicaciones personales, comunicaciones por satélite

TABLA 1 Modos de propagación, alcances, anchuras de banda, posibilidades de interferencia y utilización por banda de frecuencias

Banda de ondas hectométricas ($300 \text{ kHz} < f < 3 \text{ MHz}$)

En esta banda de frecuencias los modos de propagación también son por onda de superficie y por onda ionosférica; por consiguiente, muchos textos se refieren tanto a la banda de ondas kilométricas como a la banda de ondas hectométricas.

Para evaluar la onda de superficie es necesario conocer las propiedades eléctricas del suelo, especialmente la conductividad. En la banda de radiodifusión por ondas hectométricas, con frecuencia es suficiente suponer que la propagación por onda ionosférica únicamente se produce durante la noche. En frecuencias por encima de 1,6 MHz empiezan a ser válidos los métodos de predicción de la propagación en ondas decamétricas. Y a esas frecuencias cada vez es más importante la onda ionosférica en los sistemas de comunicaciones móviles.

Banda de ondas decamétricas ($3 < f < 30 \text{ MHz}$)

En esta gama de frecuencias, la señal se propaga normalmente a través de la ionosfera y en consecuencia muestra una importante variabilidad. La naturaleza de la propagación ionosférica supone que los circuitos de larga distancia estarán sometidos a distorsión por trayectos múltiples, a interferencias en la señal y a un funcionamiento intermitente. Las largas distancias que recorre la propagación y la congestión del espectro en esa banda exigen la utilización de modelos de predicción de la propagación relativamente complejos.

Para predecir la propagación por ondas decamétricas se utilizan mapas digitalizados de las características ionosféricas dentro de modelos informáticos (de acuerdo a la RECOMENDACION 533 de la UIT).

Bandas de ondas métricas y decimétricas ($30 \text{ MHz} < f < 3 \text{ GHz}$)

En estas bandas no se produce propagación a través de la ionosfera regular, salvo muy cerca del extremo inferior de la banda. Los efectos de la climatología se limitan a la superrefracción y a la propagación por conducto que puede aparecer a causa de las inversiones del gradiente normal en el índice de refracción del aire. Otras diferencias importantes con respecto a la propagación en el espacio libre son la dispersión troposférica y la difracción provocadas por los obstáculos en el trayecto, incluidos los accidentes geográficos de la Tierra, y la difracción causada por el terreno y los edificios.

Dependiendo del entorno de propagación concreto pueden considerarse los siguientes factores para estimar las pérdidas de propagación:

- Atenuación en espacio libre. En algunos casos será suficiente suponer que la señal deseada sólo está sometida a la atenuación causada por la propagación en el espacio libre.
- Difracción alrededor de una superficie lisa. Para las predicciones de señal deseada a distancias superiores a la de visibilidad directa, tal vez convenga tener en cuenta la curvatura de la Tierra.
- Propagación por regiones concretas del mundo o sobre superficies de rugosidad específica.
- Propagación sobre un perfil de terreno en particular. Cuando sea preciso puede efectuarse un cálculo detallado de la propagación sobre un perfil de terreno obtenido a partir de una base de datos topográfica.

Los modelos empleados en esta banda son:

- **DURKIN.** Basado en un artículo sobre predicción por computador. Considera realmente el relieve interpuesto entre el transmisor y el receptor mediante un término de atenuación que depende de las características de los obstáculos que aparecen en el trayecto de transmisión.
- **OKUMURA-HATA.** Este modelo se basa en algunas partes de la Recomendación UIT -R PN.529 y utiliza la fórmula de OKUMURA-HATA que calcula la atenuación en función de la distancia y la altura equivalente de la antena de transmisión. Esta atenuación se corrige con arreglo al porcentaje de edificios que rodean el emplazamiento del receptor, al tipo de trayecto (terrestre, marítimo o mixto) y al índice de ondulación del terreno.
- **LONGLEY-RICE (ITS).** El algoritmo ITS se deriva de los trabajos llevados a cabo durante un periodo de veinte años en los Estados Unidos de América por el Instituto de Telecomunicación y Ciencias, y permite evaluar la atenuación que sufre la propagación por ondas de superficie o dispersión troposférica. Se trata de un modelo estadístico puesto que predice el valor mediano de la atenuación y realiza una estimación de las variaciones de la señal en el tiempo y en el espacio.

Además, puede que también sea necesario tener en cuenta otros mecanismos de propagación capaces de provocar interferencias. Entre estos mecanismos cabe citar:

- **Propagación ionosférica.** Durante algunas estaciones del año y horas del día los modos de propagación ionosférica, tales por ejemplo a través de la capa E esporádica, pueden permitir la propagación a larga distancia en frecuencias de hasta unos 70 MHz;
- **Superrefracción y propagación por conducto.**

Banda de ondas milimétricas y frecuencias superiores ($f > 3$ GHz)

Los factores de propagación descritos anteriormente (salvo para la onda ionosférica) son adecuados incluso en frecuencias superiores. Sin embargo, es necesario considerar la atenuación, la dispersión y la polarización cruzada que provocan la precipitación y otras partículas atmosféricas. Por encima de 15 GHz es preciso tener en cuenta la atenuación causada por los gases atmosféricos.

c) ANÁLISIS DE LA INTERFERENCIA

La utilización eficaz del espectro depende de la realización de un análisis efectivo de los parámetros del medio ambiente y del sistema, normalmente de tipo estadístico, para reducir al mínimo la zona de interferencia. Dado que la interferencia disminuye la calidad de funcionamiento del sistema y la eficacia en la utilización del espectro, deben considerarse los parámetros técnicos de diseño y especificación de los sistemas de radiocomunicaciones con licencia para explotar un determinado servicio en una banda de frecuencias concreta con el fin de que los poseedores de las licencias no sufran interferencias y no provoquen interferencias a otros usuarios.

La señal deseada en la entrada del receptor viene degradada fundamentalmente por cuatro tipos de interferencia: cocanal, de canal adyacente, de desensibilización y de intermodulación. Los tres primeros tipos de interferencias pueden describirse por una ecuación general. Básicamente, el nivel de interferencia en el receptor es una función de P_t , potencia del transmisor interferente, de G_t , ganancia de la antena del transmisor interferente en la dirección del receptor (dBi), de G_r , ganancia de la antena del receptor en la dirección de la fuente interferente (dBi), de $L_b(d)$, pérdidas básicas de transmisión para una distancia de separación d entre el receptor y la fuente

interferente y de FDR (Δf), factor de rechazo dependiente de la frecuencia (Δf); dicho nivel de interferencia viene expresado por la siguiente ecuación:

$$I = P_t + G_t + G_r - L_b(d) - FDR(\Delta f) \quad (1)$$

El factor de rechazo dependiente de la frecuencia (FDR) es función de Δf , que es la diferencia entre la frecuencia sintonizada de la fuente interferente y la frecuencia sintonizada del receptor. También depende de las características de este último. Cabe señalar que la ecuación (1) puede utilizarse también para calcular el nivel de señal deseada siempre que se determinen las pérdidas de propagación utilizando el modelo de propagación adecuado. Otra característica general de la interferencia radioeléctrica en un entorno de múltiples fuentes perturbadoras es que la potencia total de interferencia es la suma de las potencias de las fuentes interferentes individuales: $I = I_1 + I_2 + \dots + I_k$. A continuación se describe brevemente cada uno de estos tipos de interferencia.

Interferencia cocanal

La interferencia cocanal viene causada por la presencia de señales deseadas e interferentes en el mismo canal dentro de la anchura de banda del amplificador de frecuencia intermedia (FI). Como ambas señales, deseada e interferente, se superponen el término $FDR(\Delta f)$ de la ecuación (1) es igual a cero y la señal interferente no puede filtrarse por los métodos habituales. El nivel de interferencia cocanal depende de las características de rechazo cocanal del receptor y de las características de emisión del transmisor.

Interferencia de canal adyacente

Puede producirse interferencia de canal adyacente debido al funcionamiento de una señal interferente en el canal adyacente o a las emisiones no esenciales del transmisor. El nivel de interferencia de canal adyacente depende de las características de rechazo de radiofrecuencia (RF) del receptor.

Los efectos básicos de la interferencia de canal adyacente son resultado de la interacción entre las señales deseadas, la interferencia y las características del receptor para distintas frecuencias y separaciones. Pueden expresarse en términos de frecuencia-distancia (FD), rechazo dependiente de la frecuencia (FDR) o valor relativo de la relación de protección en radiofrecuencia. FD es la medida de la distancia mínima que debe existir entre un receptor y una fuente interferente en función de la diferencia entre sus frecuencias de sintonía. FDR es una medida del rechazo del espectro de emisión de un transmisor interferente proporcionado por la curva de selectividad del receptor. El nivel de interferencia de canal adyacente depende del valor de $FDR(\Delta f)$ en la ecuación (1). La relación de protección es la relación mínima necesaria mínima entre la señal deseada y no deseada (normalmente en dB) a la entrada del receptor, donde las portadoras de los transmisores deseado y no deseado tienen la misma frecuencia o una diferencia de frecuencias de Δf .

Desensibilización

Puede aparecer desensibilización cuando un transmisor interferente funciona en las proximidades de un receptor. Si la señal interferente es suficientemente fuerte el receptor puede ser conducido a la saturación. El nivel de desensibilización depende de las características de rechazo de radiofrecuencia (RF), es decir, el $FDR(\Delta f)$ del

receptor. Normalmente las especificaciones del sistema aconsejan a los usuarios seleccionar unas características de selectividad en el receptor que proporcionen el rechazo de dicha interferencia perjudicial. Entre los métodos comunes utilizados para evitar la interferencia de desensibilización puede citarse la instalación de filtros, la reubicación de las estaciones y la reducción del exceso de potencia del transmisor de la estación interferente.

Intermodulación

Los productos de intermodulación frecuentemente provienen de la no-linealidad de las etapas amplificadoras de los equipos radioeléctricos. El fenómeno de intermodulación básico supone la mezcla de dos o más señales de distintas frecuencias en un circuito no lineal, lo cual genera una señal de frecuencia distinta. Generalmente $f_0 = \pm mf_1 \pm nf_2 \pm pf_3 \dots$ siendo m , n , y p números enteros positivos y f_0 la frecuencia del producto de intermodulación: el resto de valores de f representan las frecuencias originales de las señales que se combinan.

La interferencia por intermodulación es más común en situaciones de coubicación donde diversos transmisores y receptores comparten una pequeña superficie, normalmente situada en un emplazamiento elevado que proporciona una buena cobertura de radiocomunicaciones. Generalmente sólo se considera la mezcla de tercer orden de dos señales, $f_0 = 2f_1 - f_2$, debido a su efecto dominante. Sin embargo, las estaciones de alta potencia pueden generar también productos mixtos de tercer orden de tres señales con $f_0 = f_1 + f_2 - f_3$ y $f_1 > f_2 > f_3$.

d) COMPARTICIÓN DE BANDAS DE FRECUENCIAS

La compartición entre servicios consiste en que dos o más servicios de radiocomunicaciones utilicen de manera efectiva la misma banda de frecuencias. Antes de asignar una nueva frecuencia debe considerarse siempre la posibilidad de compartir frecuencias ya asignadas.

La utilización del espectro radioeléctrico depende de la frecuencia, del instante de utilización, de la ubicación espacial y de la separación ortogonal de las señales. Toda compartición del espectro debe tener en cuenta uno o más de estos cuatro parámetros.

A lo largo del tiempo ha ido aumentando el grado de compartición del espectro para acomodar nuevos servicios y utilizar de manera más eficaz este recurso. En la TABLA 2 aparecen algunos de los métodos técnicos que pueden emplearse para facilitar la compartición. Aparecen agrupados por columnas relativas a los cuatro parámetros: frecuencia, instante de utilización, ubicación espacial y separación de las señales. A menudo es necesario especificar los parámetros técnicos particulares de los equipos para implantar los métodos de compartición indicados en la TABLA 2.

Separación de Frecuencias	Separación Espacial	Separación en el Tiempo	Separación ortogonal de las señales
Planes de distribución de canales	Selección del emplazamiento	Control del ciclo de trabajo	AMDC (espectro ensanchado)
Planes de distribución de canales	Discriminación por diagrama de antena	Yuxtaposición de los periodos de ocupación de cresta	Polarización de antena
Asignación dinámica de frecuencias en tiempo real	Barreras físicas	Asignación dinámica de frecuencias en tiempo real	Otras técnicas de espectro ensanchado (salto de frecuencias e híbrido)
AMDF	Apantallamiento del terreno		
Codificación: - Corrección de errores - Compresión	Potencia de interferencia: - control dinámico del nivel del transmisor - niveles de densidad de flujo de potencia - niveles de densidad espectral de potencia (dispersión de energía) - acceso múltiple por división en el espacio (AMDS)	AMDT Codificación: - corrección de errores - Compresión	
Características de las emisiones y de la recepción		Características de las emisiones	
Distribución dinámica variable			
Tolerancias de frecuencia			

TABLA 2 Métodos de compartición de frecuencias

e) RELACIONES DE PROTECCIÓN

Se define *la relación de protección* como "el valor mínimo, generalmente expresado en dB, de la relación entre la señal deseada y la señal no deseada a la entrada del receptor, determinado en condiciones especificadas, que permite obtener una calidad de recepción especificada de la señal deseada a la salida del receptor". La calidad especificada se expresa por parámetros de una calidad de funcionamiento determinada, tales como la proporción de bits erróneos o la nota de degradación de la calidad de imagen o de la inteligibilidad de la voz, dependiendo del tipo de emisión.

En el extremo de las bandas atribuidas al servicio de radiodifusión puede aparecer interferencia mutua entre la radiodifusión y otros servicios. Estos servicios pueden

funcionar con modulación de amplitud o modulación de frecuencia. Se considera el caso en que el transmisor deseado es una estación de radiodifusión de televisión y el transmisor no deseado es una estación de base del servicio móvil terrestre. Se indica que el servicio de radiodifusión es hasta 40 dB más susceptible a la interferencia en modo MA que en modo MF, siendo esta cifra generalmente independiente de la calidad del receptor.

f) NIVELES DE RUIDO

Los ruidos externos tales como el ruido atmosférico, el ruido galáctico, el ruido celeste y el ruido artificial afectan negativamente al funcionamiento de los sistemas de radiocomunicaciones. El factor de ruido de funcionamiento global, f , es:

$$f = f_a + (l_c - 1)(t_c / t_o) + l_c(l_t - 1)(t_t / t_o) + l_c l_t (f_r - 1) \quad (2)$$

Siendo f_a el factor de ruido externo, f_r el factor de ruido del receptor, l_c las pérdidas en el circuito de antena, l_t las pérdidas en la línea de transmisión, t_o la temperatura de referencia (tomada como 288 K), t_c la temperatura real de la antena y del terreno próximo y t_t la temperatura de la línea de transmisión.

Cabe señalar que la mayoría de los ruidos externos son de naturaleza impulsiva. La calidad de funcionamiento depende no sólo de la potencia del ruido interferente sino también de las características estadísticas detalladas de dicho ruido.

2.4. SISTEMA DE GESTIÓN DEL ESPECTRO RADIOELÉCTRICO DEL PERU

2.4.1. SISTEMA ELLIPSE

El software Ellipse es un Sistema de Administración de Frecuencias utilizado por personal de la Dirección General de Telecomunicaciones, con funciones que garantizan una adecuada planificación y asignación de frecuencias del espectro radioeléctrico. Ellipse está basado en el modelo cliente / servidor. En configuración mínima, se requiere un puesto de trabajo que garantice las funciones de servidor y de cliente.

2.4.2. ARQUITECTURA GENERAL DEL SISTEMA

El sistema cuenta con dos Bases de Datos sobre plataforma ORACLE 8i:

- Una Base de datos Cartográfica, la cual contiene información de características del suelo sobre el territorio nacional que se encuentra en un servidor SUN E450 con sistema operativo SUN Solaris 7.
- Una Base de datos de Gestión Técnica - Administrativa, que almacena todas las informaciones técnicas y administrativas, la misma que se encuentra sobre un servidor SUN E3500 con sistema operativo SUN Solaris 7.

El sistema cuenta con dos aplicaciones:

- Aplicación Administrativa: desarrollada con Developer 6i (FORMS y REPORTS), la misma que sirve para el almacenamiento de la información administrativa y técnica originada por la autorización de estaciones radioeléctricas.

Esta aplicación trabaja básicamente con la Base de Datos de Gestión Técnica - Administrativa.

- Aplicación Técnica: desarrollada con PRO*C (Pre-compilador de Oracle en C), la cual permite realizar cálculos de ingeniería del espectro para asignar de una manera eficiente el espectro radioeléctrico, basándose en el uso de modelos de propagación, al mismo tiempo que permite realizar cálculos de interferencia y compatibilidad electromagnética. Esta aplicación trabaja con la Base de Datos de Gestión Técnica – Administrativa y con la Base de Datos cartográfica.

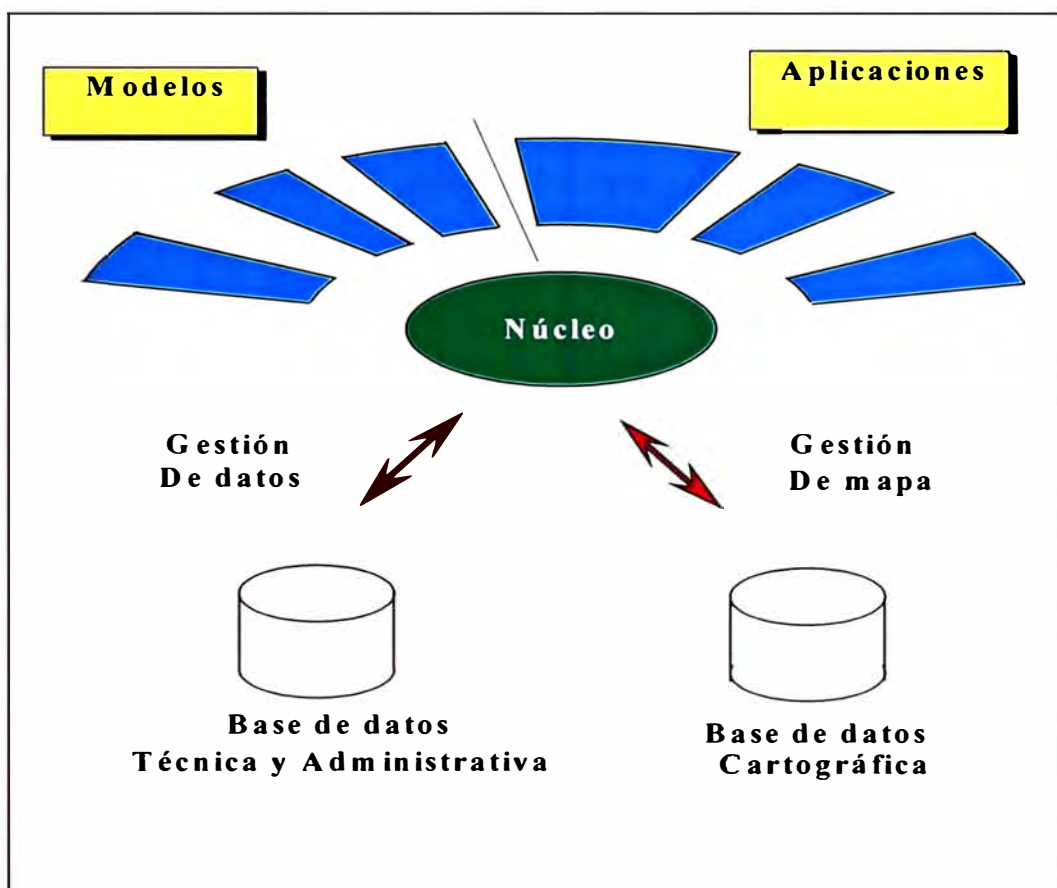


FIGURA 2 Esquema General del Sistema de Gestión

2.4.3. BASE DE DATOS CARTOGRAFICA

El sistema Ellipse incluye una base de datos geográficos que constituyen la base de informaciones visualizadas y de todos los cálculos.

a) CONCEPTO DE UNIDADES

Todas las informaciones geográficas utilizadas por el sistema Ellipse deben estar geográficamente clasificadas. Esto significa que la más pequeña información debe estar asociada a coordenadas. Con estas coordenadas, se pueden visualizar todas las informaciones en la pantalla con gran precisión (en términos absolutos y en términos relativos con respecto a otros elementos).

Se pueden utilizar varios sistemas para clasificar geográficamente la información las cuales se dividen en dos familias principales:

- Los sistemas no proyectados
- Los sistemas proyectados

b) LOS SISTEMAS NO PROYECTADOS

Los sistemas no-proyectados consideran que la tierra es un elipsoide, con una forma, una posición y un punto de referencia bien determinados. Estos tres parámetros varían de un sistema a otro. Para un sistema determinado, están generalmente ajustados para modelar la superficie de la tierra en una parte definida del planeta. Las coordenadas producidas por los sistemas de referencia no proyectados son corrientemente llamadas coordenadas geográficas. Incluyen dos componentes:

Latitud y Longitud. Ambas se expresan generalmente en grados, minutos y segundos o en grados decimales.

Existen varios sistemas en el mundo para el cálculo de estas coordenadas.

Dado que el sistema “WGS84” se ha convertido en una referencia mundial con el lanzamiento del sistema GPS, se utiliza como referencia absoluta para el sistema Ellipse.

c) LOS SISTEMAS PROYECTADOS

Los sistemas proyectados se utilizan para trazar los mapas. No se puede trazar un mapa a partir de un objeto casi esférico en una hoja de papel; es la razón por la cual se ha tenido que recurrir a otra solución y por la que se han utilizado sistemas de proyección. Estos sistemas proyectan una parte de la superficie de la tierra sobre un plano. La proyección es el único método capaz de establecer mapas sobre papel o visualizar las informaciones de posición en una pantalla de ordenador, pero también introduce una deformación de la información.

Las coordenadas producidas por sistemas proyectados son generalmente llamados por el nombre de la proyección utilizada. También incluyen dos componentes: Latitud y Longitud. Ambas se expresan generalmente en metros.

El sistema Ellipse utiliza en estándar las proyecciones UTM, Lambert, Transverse y Mercator, en opción, también puede utilizar otros sistemas de proyección.

d) DATOS GEOGRÁFICOS

El sistema Ellipse administra los siguientes tipos de datos (raster / vector)

- Los Modelos Numéricos de Terreno (MNT)

- El tipo de sobresuelo (agua, bosque, etc.)
- Los mapas numerizados en papel
- Los mapas vectoriales 2D
- Las fotos a partir de imágenes de satélite
- Los mapas de tráfico
- Los Modelos Numéricos de Elevación (MNE)

MODELO	ORIGEN	UTILIDAD
Modelo topográfico digital	Instituto geográfico, Spot, DTED, Map Carto	Propagación Análisis de terreno
Imagen Scaneada	Imagen Scaneada	Presentación de los resultados Análisis de terreno
Mapa de los ecos parásitos	Instituto geográfico, DFAD, Map Carto, Satélite	Propagación Visualización Generación Mapa de tráfico

TABLA 3 Algunos modelos de mapas incluidos en el Sistema de Gestión Ellipse

2.4.4. BASE DE DATOS TÉCNICA - ADMINISTRATIVA

Ellipse incluye una base de datos, que almacena todas las informaciones técnicas y administrativas tales como los sitios, las estaciones y sus parámetros asociados, las antenas, los móviles, los expedientes y otros. En su modo mas general los siguientes son los elementos básicos de esta base de datos.

- Servicio: Un servicio define una normalización o una normalización más una banda de frecuencia si la banda de frecuencia no está comprendida en la norma
- Red: Una red es una implementación real de un servicio. Un operador de red garantiza su funcionamiento.

- **Sitio:** Un sitio es un emplazamiento geográfico con su conjunto de parámetros y nada más. Un sitio puede tener varias estaciones. Un sitio no pertenece a una red en particular, puede ser compartido por varias redes.
- **Estación:** Una estación es un emisor o un emisor--receptor con su conjunto de parámetros. Una estación no puede existir sin un sitio. Se debe vincular a un sitio definiendo explícitamente una referencia de sitio. Una estación pertenece a una red específica.

a) APLICACIÓN ADMINISTRATIVA

La aplicación Administrativa contempla tres módulos:

Módulo de Trámite Documentario

Permite hacer el seguimiento a las solicitudes de autorización, renovación, inspección técnica, modificación de parámetros técnicos y otros.

Módulo de Gestión Técnica

Este módulo contiene información completa sobre los servicios de Radiocomunicaciones y su respectiva canalización de acuerdo a la ley de Telecomunicaciones y al Plan nacional de Atribución de Frecuencias y sus posteriores modificaciones. Sobre esta base realiza las siguientes funciones:

- Coordinación internacional de frecuencias
- Asignación de frecuencias
- Registro e impresión de Licencias de estaciones autorizadas
- Homologación de Equipos
- Registro de Casas Comercializadoras de Equipos de Telecomunicaciones
- Permisos de Internamiento, etc

Módulo de Facturación

Este módulo permite efectuar los cobros derivados del trámite y autorización de estaciones, cumple las siguientes funciones:

- Gestión de las tarifas
- Gestión de las facturas
- Gestión de las cuentas

ELLIPSE 5.4.9.PCER - [Certificado - MODIF-C]

Técnica Base admin Usuario Licencia Homologación Expediente Control Librería Herram. Admin. Salir ? Ventana

General Cuenta Equipos

Nº certificado BCTV2162 Creador YNGRID

Número de la cuenta 000000026592502

Nombre titular AVANZIT TECNOLOGIA S.A.C.

Version 002 Nueva version Número de Informe 660-2002-MTC/15.19.04.2

Tipo CERTIF_HOM Certificado de Homologación

Estado Certificado Vigente Fecha de pedido 05/07/2002

Fecha puesta en servicio 23/08/2002 Tipo de certificado Permanente

Fecha modif. 27/11/2003 Fecha limite 23/08/2007

Comentarios

Titular... Lista... Criterios...

Record: 1/1 <OSC> <DBG>

FIGURA 3 Aplicación Ellipse Administrativo

b) APLICACIÓN TÉCNICA

La aplicación técnica sirve para realizar cálculos especializados de ingeniería del espectro de las estaciones radioeléctricas en estudio, la misma está basada en la

modelización de los fenómenos de propagación, encontrándose varios disponibles y la posibilidad de integrar nuevos modelos. Utiliza herramientas de ingeniería para cada etapa de la vida de la red, esto es:

- **Instalación:** determinación de los mejores sitios, estudio de compatibilidad, plan de frecuencias, zona de cobertura, dimensionamiento.
- **Densificación:** determinación de sitios, optimización de frecuencia, simulación de tráfico, análisis de rendimiento.
- **Gestión:** gestión de sitios, de equipos, de frecuencias.
- **Coordinación:** herramientas de acuerdo y de coordinación entre los países o las administraciones.

Realiza los siguientes estudios técnicos:

- Cálculo de cobertura
- Cobertura de un punto
- Análisis de interferencia (C/I cálculo)
- Cálculo de Productos de Intermodulación
- Asignación de Frecuencias

De este modo para operaciones de asignación de frecuencia son válidos:

- Cobertura individual y global
- Análisis de interferencia (C/I cálculo)
- Asignación de Frecuencias

Y para operaciones de control:

- Cobertura de un punto
- Análisis de interferencia (C/I cálculo)
- Productos de Intermodulación

Cálculo de Cobertura individual

Es utilizado para estimar la cobertura de una sola estación. La cobertura toma en cuenta los parámetros técnicos de la estación (patrón de antena, altura, potencia, ...), los parámetros definidos por el cálculo (modelo, área, ...), los valores definidos por el modelo (MNT, parámetros.)

- Espacio Libre; es el modelo más sencillo que toma en cuenta la distancia entre el punto de emisión y el punto de recepción. Todos los puntos se suponen en línea de vista sobre el trayecto de propagación. Permite estimar el mejor nivel posible que se puede obtener.
- Línea de vista; este modelo toma en cuenta la distancia del punto de emisión con los puntos de recepción mas el relieve del terreno sobre el trayecto de propagación. Dependiendo del resultado el Elipsoide de Fresnel se visualiza o no.
- Okumura-Hata (CCIR-567); este modelo proviene de la UIT basado sobre los informes 567-4 y 529 que utilizan la fórmula de Okumura-Hata. Utiliza el MNT y la atenuación calculada con distancia y altura equivalente de antena. Es aplicable sobre servicios en la banda de 150 a 1500 MHz y para distancias menores a 100 Km.
- CCIR 370-5; este modelo proviene de la UIT y esta basado sobre la recomendación 370-5. Utiliza interpolación de curvas digitalizadas y almacenadas en el sistema (distancia y altura equivalente de antena emisora). La elección de las

curvas se hace en función de la frecuencia, naturaleza del trayecto, etc. Es aplicable sobre servicios en la banda de frecuencias de 30 a 1000 MHz

- Modelo ELLIPSE; este modelo es propio del sistema. Utiliza los algoritmos de los modelos de Durkin, Deygout y Okumura-Hata. Toma en cuenta el MNT, ocupación del suelo, DEM, etc. El modelo es válido para las bandas de VHF y UHF.

Calculo de cobertura global

Es utilizado para estimar la cobertura de una red, la cobertura toma en cuenta los parámetros técnicos de las estaciones (patrón de antena, altura, potencia, ...), los parámetros definidos por el cálculo (modelo, paso, área,...), los valores definidos por el modelo (MNT, parámetros). Cuenta con diferentes esquemas de visualización de los resultados como son:

- Contorno de cobertura,
- Nivel de campo,
- Mejor servidor, segundo mejor servidor y tercer mejor servidor
- Predominancia
- Cobertura múltiple
- Mapa de frecuencias

En lo que refiere a cobertura sobre un punto permite determinar los niveles de campo emitidos en un punto dado, mediante dos tipos de resultado:

- Campo; con estaciones clasificadas en tres ventanas, las que cubren, las que no cubren, las que cubren probablemente
- Espectro; densidad espectral en un punto

Análisis de C/I

Es utilizado para verificar que no hay interferencias entre estaciones instaladas o a instalar. A partir de una estación en estudio, se selecciona dentro de una zona de interferencia todas las posibles estaciones con las mismas frecuencias o de canales adyacentes. Como resultado representa en el mapa las zonas de interferencias con las estaciones que producen tales interferencias

Productos de Intermodulación

Permite determinar los productos de intermodulación generados por un grupo de frecuencias dentro de una zona dada. Para efectuarse el cálculo considera dos tipos de frecuencias: las frecuencias origen y las frecuencias a evitar. El parámetro de cálculo es el número de orden de las combinaciones lineales de la frecuencia. Como resultado de cálculo se visualiza un cuadro que indica las frecuencias interferidas resultantes de la combinación de las frecuencias origen.

Asignación de frecuencia

Ayuda al operador en la operación de asignación de frecuencia a una estación transmisora, tomando en cuenta el plan de frecuencias existente. Propone las frecuencias del plan menos interferidas y que interfieren menos sobre las estaciones existentes. Para esto toma en cuenta las diferentes interferencias producidas:

- IIE: Interferencia Inducida en Emisión
- ISE: Interferencia Sufrida en Emisión
- IIR: Interferencia Inducida en Recepción
- ISR: Interferencia Sufrida en Recepción

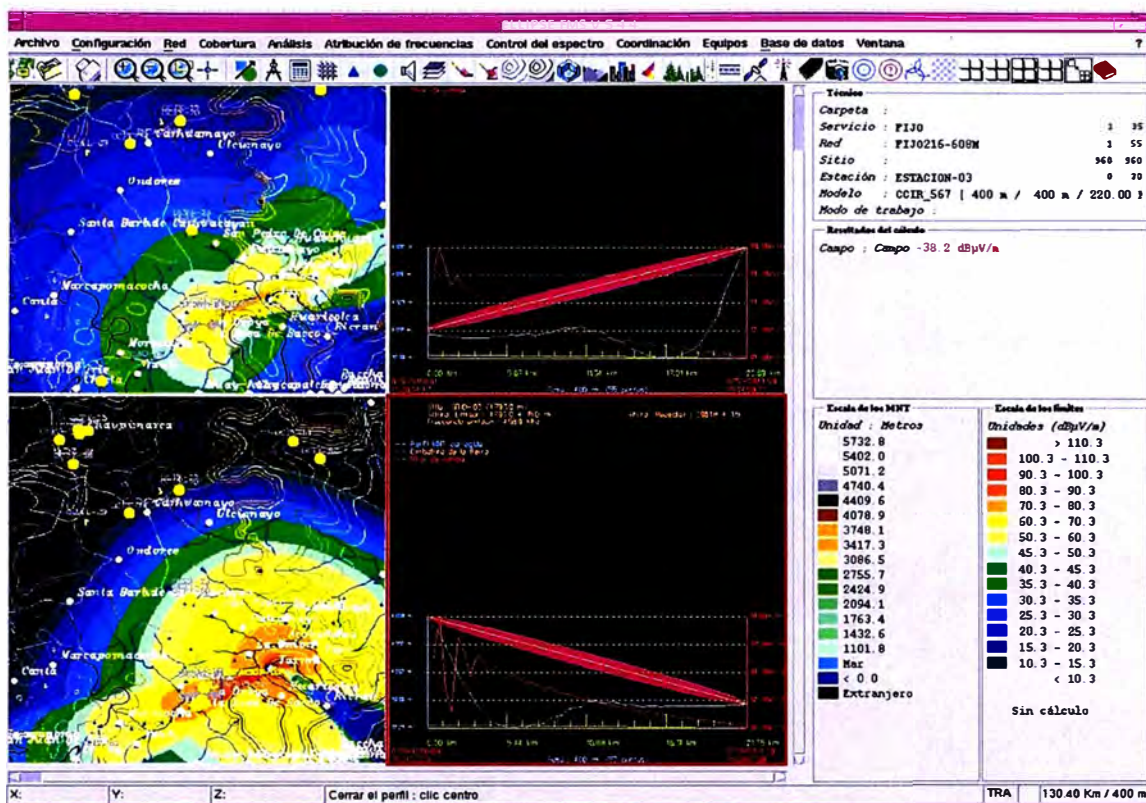


FIGURA 4 Aplicación Elipse Técnico

CAPITULO III

ANÁLISIS DEL SISTEMA DE CONTROL

3.1. ESTACIONES DE COMPROBACIÓN TÉCNICA

3.1.1. EMPLAZAMIENTO DE LA ESTACIÓN DE COMPROBACIÓN TÉCNICA

a) GENERALIDADES

Antes de proceder a la elección propiamente dicha de la ubicación, se debe conocer ciertas decisiones fundamentales adoptadas si se desea que la estación cumpla eficazmente las funciones que se piense asignarle. Estas decisiones conciernen a los siguientes puntos:

- Bandas de frecuencias y zonas geográficas que se han de cubrir;
- Qué comprobación técnica es más importante, la que se efectúa a escala nacional o la de las señales procedentes del exterior de las fronteras nacionales;
- Necesidad de instalaciones especiales como radiogoniómetros de largo alcance o aparatos de registro de la intensidad de campo;

- Intensidades de campo admisibles en el emplazamiento producidas por transmisores próximos en las bandas de frecuencias consideradas;
- Medida en que puede transigirse en cuanto a las características técnicas deseables de la ubicación (ausencia ruido artificial, características apropiadas del terreno, etc.), por consideraciones administrativas tales como posibilidades de alojamiento, la existencia de un centro comercial, escuelas, transportes locales y servicio públicos, así como el precio del terreno.

Los emplazamientos destinados a estaciones de comprobación técnica del espectro deben cumplir tres principios importantes. Deberán, en efecto:

- Localizarse en lugares apropiados a la zona que se va a supervisar;
- Tener protección electromagnética;
- Estar protegidos contra obstáculos.

Si la estación de comprobación técnica ha de estar equipada con un radiogoniómetro, debe concederse la máxima prioridad a los criterios de emplazamiento de los radiogoniómetros. Deben utilizarse equipos móviles de comprobación técnica radioeléctrica cuando las estaciones de comprobación técnica existentes sean incapaces de suministrar los datos necesarios relativos a la cobertura de frecuencias o no puedan resolver las interferencias a la recepción radioeléctrica y determinar o localizar las emisiones radioeléctricas ilegales.

b) CONDICIONES MÍNIMAS DESEABLES PARA EL EMPLAZAMIENTO DE UNA ESTACIÓN CARENTE DE RADIOGONIÓMETROS DE LARGO ALCANCE

Locales

Los requisitos aplicables a los locales difieren según la estación de comprobación técnica esté o no atendida. En las estaciones de comprobación técnica atendidas, además de las consideraciones generales han de tenerse en cuenta el tamaño y la interacción de los equipos de personal encargados de esa labor.

En el caso de estaciones no atendidas, deben considerarse varios otros factores:

- Protección del equipo frente al vandalismo (parcela de terreno cerrado, construcción en hormigón, etc.);
- Protección del equipo contra radiación radioeléctrica directa apantallando la sala;
- Alojamiento no sólo del equipo de comprobación técnica sino también de todo equipo auxiliar.

Torres y Antenas

En ondas decamétricas: para estaciones ubicadas en una zona rural bastará generalmente con instalar todas las antenas necesarias. Es deseable tener antenas directivas y antenas muy directivas. Ambos sistemas de antenas deben ser pasivos o bien, para limitar el número de antenas, tal vez haya posibilidad de utilizar un solo sistema de antena pasiva por posición de operador y multiacoplar los demás sistemas de antena.

En ondas métricas/decimétricas: las torres de antena deberán:

- Dejar espacio suficiente para las antenas de comprobación técnica y de medición con respecto a los obstáculos próximos;
- Permitir un acceso fácil y seguro a las antenas y otras unidades de equipo montados sobre ellas;
- Resistir las condiciones meteorológicas predominantes en la zona.

Todas las antenas pueden agruparse en una torre, con las antenas diseñadas para radiogoniometría (antena fija o giratoria) y las antenas que permiten mediciones técnicas o comprobación técnica distribuidas por la torre.

Si los sistemas de antena lo permiten, deberá instalarse un pararrayos en el extremo superior de la torre.

c) CONDICIONES MÍNIMAS DESEABLES PARA EL EMPLAZAMIENTO DE UNA ESTACIÓN EQUIPADA CON RADIOGONIÓMETROS DE LARGO ALCANCE

Además de lo indicado, si ha de instalarse un radiogoniómetro de largo alcance, conviene que el lugar reúna las siguientes condiciones:

- No deben existir obstáculos tales como montañas, colinas, estructuras artificiales u otras barreras, que se eleven a ángulos de más de 3°, vistos desde la ubicación proyectada para el radiogoniómetro. A menos de 1 Km. de la ubicación del radiogoniómetro, no debe haber valles ni depresiones importantes y conviene que la distancia a esos accidente del terreno sea aún mayor.
- La desviación máxima del terreno con respecto a la elevación del suelo de referencia en el centro del radiogoniómetro no ha de exceder de alrededor de 1 m dentro de una distancia de 200 m, a fin de evitar elevados costos de preparación del

terreno al instalar el radiogoniómetro. Después de instalado éste, la superficie debe ser esencialmente plana dentro de un radio de varios centenares de metros de su emplazamiento.

- No debe haber lagos ni otras extensiones acuáticas importantes a menos de 1 km de la ubicación del radiogoniómetro. Incluso la existencia de pequeñas balsas, riachuelos o corrientes de agua intermitentes puede excluir la consideración de un lugar, según la situación y dimensiones de aquellos.
- A menos de estar enterrados a gran profundidad, los grandes conductos o tuberías metálicas (por ejemplo, los oleoductos) pueden introducir errores en las mediciones radiogoniométricas si se encuentran en la vecindad inmediata del radiogoniómetro. Se recomienda una distancia de 200 m.
- Se recomienda también una distancia mínima de 200 m entre el elemento de antena radiogoniométrica más próximo y cualquier valla metálica. Si la valla tiene una altura superior a unos 2,50 m, será necesario un alejamiento mayor. Las vías de ferrocarril o de tranvía, o toda gran estructura o armadura metálica, incluidas las torres de almacenamiento de agua, deben distar 1 km por lo menos.
- Cuando haya una estructura única de un cuarto de onda ($\lambda/4$), resonante en cualquier frecuencia comprendida en la gama de funcionamiento del radiogoniómetro y situada en el mismo plano de polarización, ésta debe distar por lo menos 7 longitudes de onda.
- Cuando haya una estructura única de media longitud de onda ($\lambda/2$), resonante en cualquier frecuencia comprendida en la gama de funcionamiento del radiogoniómetro y situada en el mismo plano de polarización, ésta debe distar por lo menos 15 longitudes de onda.

Protecciones introducidas por los requisitos radioeléctricos.

Se consideran dos tipos de zonas:

Una zona de protección, en la que no se permite a los propietarios o usuarios de equipos radioeléctricos generar o propagar interferencia situada en la gama de las ondas recibidas por la estación de comprobación técnica con un nivel de perturbación superior al valor compatible con el funcionamiento de dicha estación de comprobación técnica. Es deseable que la estación esté protegida dentro de un radio de 1.500 m.

Una zona de guarda radioeléctrica, en la que se prohíbe hacer funcionar equipo eléctrico capaz de perturbar la recepción de las estaciones de comprobación técnica o modificar dicho equipo sin la previa autorización de los vicios que explotan o administran la estación de comprobación técnica. Esta zona entraña la necesidad de que los terrenos estén despejados a más de 1.000 m en las zonas rurales y a más de 500 m en las zonas urbanas.

La extensión de estos requisitos al entorno industrial o residencial conduce a preferir zonas que estén libres de grandes proyectos de industrialización o promociones urbanas.

Análogamente, deberán abandonarse los emplazamientos que encierran ya emisores radioeléctricos de elevada potencia, especialmente los centros transmisores de estaciones de radiodifusión.

Protecciones introducidas por los requisitos en cuanto a obstáculos

En torno a las estaciones radiogoniométricas deberían crearse dos zonas (véase FIGURA 5), una zona primaria y una zona secundaria.

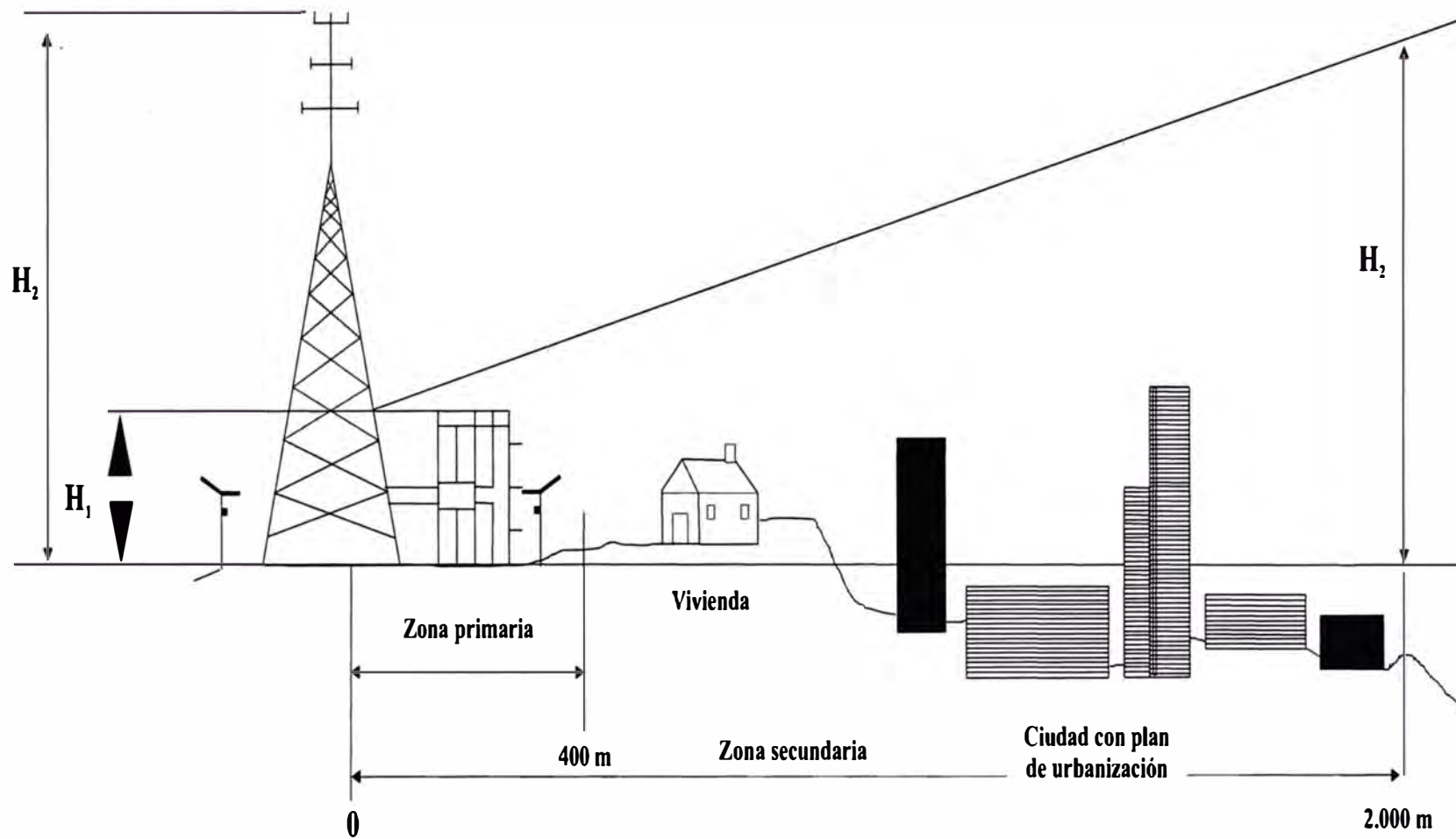


FIGURA 5 Zonas definidas para las estaciones de Radiogoniometría

A menos que lo autoricen los servicios que explotan y administran la estación de comprobación técnica, en ninguna zona primaria o secundaria se permiten obstáculos fijos o móviles que excedan de una altura prescrita, y en la zona primaria no se permite "ninguna estructura metálica fija o móvil ni extensiones de agua o líquidos de cualquier naturaleza que puedan perturbar el funcionamiento de la estación de comprobación técnica".

El principio escogido para proteger estas estaciones remotas de comprobación técnica del espectro emplazadas en un terreno relativamente pequeño, consiste en determinar las alturas máximas de los edificios autorizados trazando una línea que une la altura básica de un punto situado en el centro de la estación aumentada en 2,5 m (H1) a la altura equivalente (H2) del extremo superior de las antenas situada a una distancia de 2.000 m de la estación.

d) PROTECCIÓN CONTRA LOS CAMPOS INTENSOS PROCEDENTES DE TRANSMISORES RADIOELÉCTRICOS

El emplazamiento debe estar libre de cualquier fuente de emisión apreciable comprendida en un radio entre 500 m y 2 km, dependiendo de la estructura del emplazamiento. En la realidad, en las zonas urbanas suele ser difícil encontrar un emplazamiento completamente libre de emisiones dentro de un radio mayor de 500 m. Por otra parte, ha de cuidarse de que a menos de 1 km de distancia no se construya ningún gran edificio de mayor altura que la torre que soporta las antenas del radiogoniómetro. Según las gamas de frecuencia que haya que cubrir, la eficacia de la comprobación técnica de las emisiones puede verse gravemente limitada por la proximidad de transmisores radioeléctricos. Para evaluar las perturbaciones que

puede crear un transmisor, hay que tener en cuenta no sólo la intensidad de campo de la frecuencia fundamental sino también la de las frecuencias armónicas. Además, la existencia de varios transmisores puede ser molesta incluso si éstos trabajan en frecuencias distantes de la gama objeto de comprobación, porque los productos de intermodulación de esos transmisores pueden manifestarse en frecuencias comprendidas dentro de esta gama. Aunque no pueden indicarse con precisión para todas las condiciones posibles de los niveles admisibles y la distancia mínima entre la posición del transmisor y la ubicación de la estación de comprobación, se recomienda tener en cuenta los siguientes límites, indicados en la TABLA 4, más allá de los cuales debe evaluarse con precisión la probabilidad de interferencia.

Frecuencia fundamental, f	Máximo de intensidad de campo (mV/m)	Valor máximo de la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las intensidades de campo de las señales fundamentales	Separación mínima (m)	Potencia del transmisor (Kw)
$9 \text{ KHz} \leq f < 174 \text{ MHz}$	10	30	1	< 1
			5	1 a 10
			10	> 10
$174 \text{ MHz} \leq f < 3 \text{ GHz}$	50	150	1	< 1
			2	1 a 10
			5	> 10

TABLA 4 Límites de niveles de intensidad y separación entre emisor y receptor

e) MEDIDAS CORRECTORAS

La clave para disponer de un entorno silencioso en radiofrecuencias dentro del edificio consiste en examinar todo aparato que se pretenda instalar en el mismo, prestando especial atención a la propia sala de operaciones. Deberá examinarse de nuevo cualquier aparato susceptible de producir o de dar entrada a ruidos en

radiofrecuencia para ver si es posible situarlo en otro lugar.

Una toma de tierra eficaz y segura es un requisito previo para contener las radiaciones residuales de radiofrecuencia. Los reglamentos locales sobre seguridad eléctrica limitarán las opciones disponibles. La tierra de seguridad debe ser de baja resistencia; en el caso general, la continuidad será mejor que la correspondiente a 4 ohmios, y la resistencia a tierra del material será inferior a 10 ohmios. Es importante consultar las reglamentaciones en vigor en la ubicación elegida. Esta tierra está unida a la tierra o al conductor neutro (dependiendo de la práctica local) de la red de suministro eléctrico y producirá ruidos en radiofrecuencia. Puede tener también una alta impedancia en radiofrecuencia.

3.1.2. EXPLOTACIÓN DE LAS ESTACIONES DE COMPROBACIÓN TÉCNICA

En la FIGURA 6 se muestran un conjunto de tareas para todas las estaciones de comprobación técnica ya sean fijas o móviles.

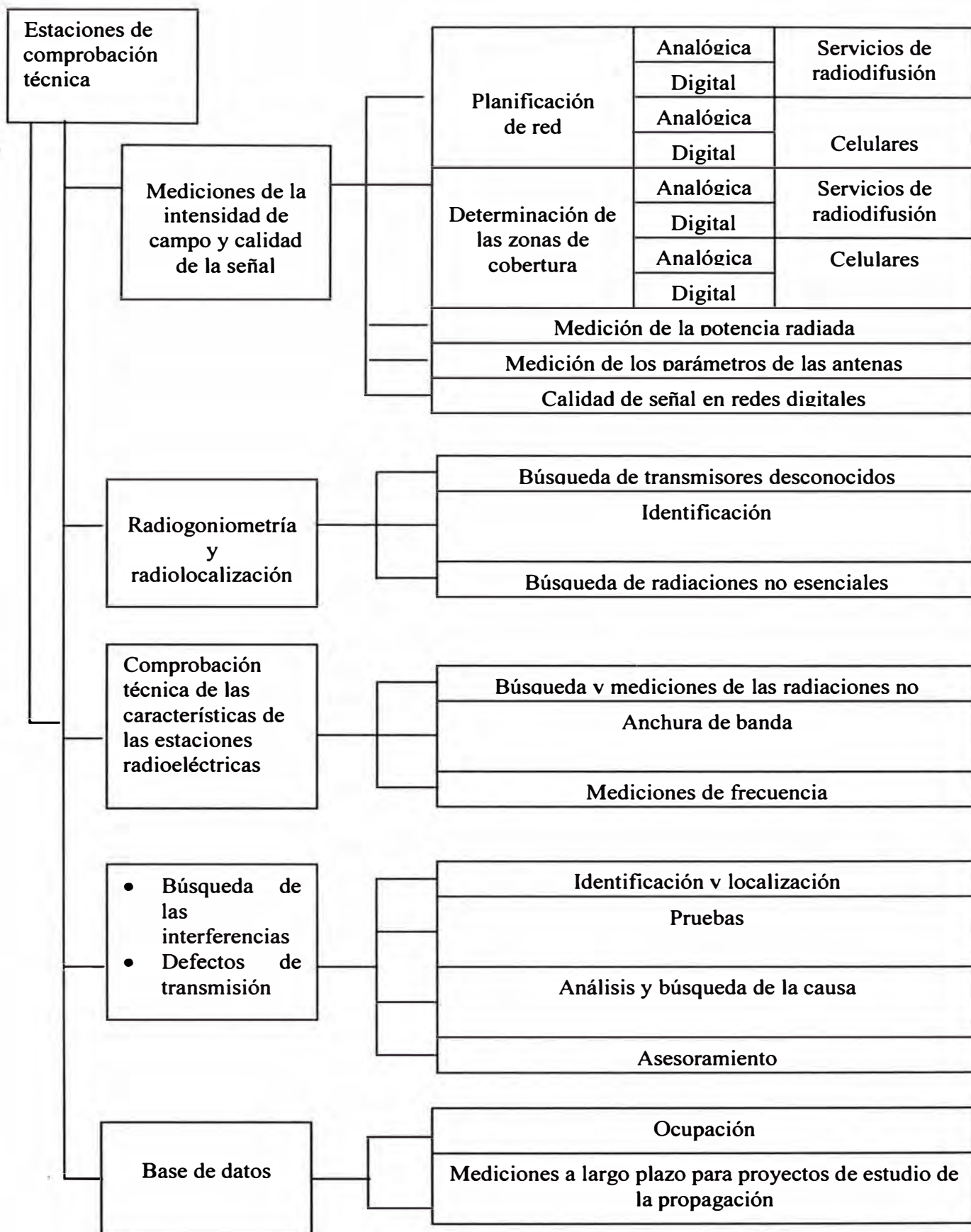


FIGURA 6 Campos de actividad de las estaciones de comprobación técnica

a) OPERACIÓN EN ESTACIONES FIJAS

El empleo de estaciones fijas de comprobación técnica debe permitir la vigilancia del espectro de radiofrecuencias y la medición de los parámetros de las emisiones electromagnéticas dentro del menor tiempo posible. A este respecto, pueden definirse las siguientes funciones que han de cumplir las estaciones de comprobación técnica en general:

- Comprobación técnica y medición sistemática de las características de estaciones radioeléctricas (frecuencia, intensidad de campo, anchura de banda, etc.).
- Mediciones relativas a la interferencia, a saber:
 - a) Determinación de la causa de interferencia;
 - b) Identificación de la emisión interferente;
 - c) Medidas propuestas para eliminar la interferencia.
- Identificación de transmisores y sus clases de emisión mediante radiogoniometría y análisis de las señales.
- Detección y medidas propuestas para suspender actividades radioeléctricas no autorizadas.
- Participación en el sistema de comprobación técnica internacional y en las actividades del UIT -BR.
- Ejecución de las mediciones y registros en el contexto de los estudios de propagación.

Las principales mediciones que han de poder realizar las estaciones de comprobación técnica en condiciones generales, se enumeran seguidamente:

- Medición de frecuencia;
- Medición de intensidad de campo y densidad de flujo de potencia;

- Medición de anchura de banda;
- Mediciones de ocupación del espectro;
- Mediciones de modulación;
- Identificación de las emisiones;
- Radiogoniometría y localización del transmisor .

b) OPERACIÓN EN ESTACIONES MÓVILES

Pese a las limitaciones de tamaño y consumo de energía del equipo que inevitablemente afectan a las estaciones móviles, éstas pueden considerarse adecuadas para efectuar todas las mediciones realizadas normalmente por las estaciones de comprobación técnica fijas.

Hoy en día las estaciones móviles de comprobación técnica son cada vez más importantes, especialmente para mediciones de la cobertura de los servicios de radiodifusión y para redes de comunicaciones móviles como las radio celulares.

Entre las funciones de Comprobación Técnica Móvil más importantes tenemos:

- Medición de intensidad de campo y de calidad de señal
- Localización e identificación
- Comprobación técnica de las características de estaciones radioeléctricas
- Análisis de interferencia

Sistemas de navegación y posicionamiento

A efectos de localización de transmisores y cartografía de intensidades de campo es necesario conocer la posición de las estaciones móviles con gran precisión. Las

estaciones móviles de comprobación técnica deben pues estar equipadas con un sistema de posicionamiento/navegación para obtener en todo momento y en cualquier lugar la localización exacta del vehículo. Esto garantizará que pueda identificarse la localización del sistema de pruebas en el momento en que se registran los datos. Además, si la estación móvil de comprobación está equipada con antenas direccionales y/o radiogoniómetro, entonces es necesario conocer la orientación (marcación) del vehículo. Se prefieren los sistemas de navegación que no requieren interacción con el operador y que pueden utilizarse en ciudades o en el campo, como es el sistema de posicionamiento global (GPS) y el GLONASS. El sistema entero de posicionamiento a bordo (incluido el de orientación de la antena) debe estar conectado a través de una interfaz al controlador de proceso utilizado para almacenar los datos medidos.

Comunicaciones entre fijo y móvil

Durante su aplicación, los sistemas de mediciones móviles dedicados a funciones de medición a menudo permanecen largo tiempo fuera de sus bases en diferentes localizaciones (puntos de medición) o circulando sobre vías determinadas de antemano. Puede entonces ser necesario mantener contacto o intercambiar datos con un servicio centralizado de despacho o una estación de comprobación técnica fija. Por lo tanto las estaciones móviles de comprobación técnica deben estar equipadas con medios de comunicación.

Equipo portátil

Los instrumentos portátiles de medición de la intensidad de campo completan los

sistemas móviles de comprobación técnica convenientemente. Su moderado peso permite transportarlos a pie hasta lugares inaccesibles a los vehículos, por ejemplo, al interior de un edificio o al tejado de una casa. Hoy en día, los aparatos portátiles funcionan entre 20 MHz y 1 000 MHz por lo menos. Estos aparatos pueden estar equipados con una pequeña pantalla panorámica y pequeñas antenas de banda ancha, muy adecuadas para las aplicaciones portátiles.

Mediciones de la frecuencia

Generalmente en las estaciones móviles no se requiere la máxima precisión que alcanzan las medidas efectuadas en las estaciones fijas de comprobación técnica, dado que los numerosos trabajos que realizan las unidades móviles no tienen como objetivo principal el obtener una gran precisión. Puede conseguirse, no obstante, suficiente exactitud mediante el empleo de contadores para medir la frecuencia cerca del transmisor o la frecuencia del oscilador local de un receptor.

Mediciones de la intensidad de campo en puntos discretos (caso semimóvil)

En muchas ocasiones, se necesitan las mediciones de la intensidad de campo en ciertos puntos discretos. No obstante, y como requisito básico, debe ser posible trasladar el aparato medidor de intensidad de campo rápidamente de un lugar a otro y ello implica que las mediciones tengan que efectuarse desde una estación móvil.

Mediciones de intensidad de campo "en la ruta"

En las bandas por encima de 30 MHz, la intensidad de campo varía considerablemente en el tiempo y en el espacio de un punto a otro punto, debido a los

efectos de desvanecimiento y reflexión. Por ello, las mediciones de comprobación técnica de la cobertura en servicios que deben ser accesibles en cualquier lugar como la radiotelefonía celular, requieren esencialmente efectuar un gran número de mediciones separadas por unos pocos centímetros en el espacio cuando se desea obtener valores medios a través del análisis estadístico de los resultados.

Mediciones de la anchura de banda

Las mediciones de la anchura de banda no pueden hacerse correctamente a gran distancia del transmisor, puesto que se basan en mediciones de potencia. Es, por tanto, perfectamente lógico que las estaciones móviles, efectúen estas mediciones directamente cerca del transmisor, lo que hace que la medición de la anchura de banda entre en su campo de actividad.

La posibilidad que tiene una estación móvil de elegir su emplazamiento representa una ventaja con relación a las estaciones fijas, sobre todo en lo que se refiere a la reducción de interferencias, que son las que más a menudo dan lugar a incertidumbres en la evaluación de los límites de la banda.

Radiogoniometría

La determinación del emplazamiento de un transmisor por medio de marcaciones obtenidas en cierto número de estaciones de comprobación presenta en la práctica grandes dificultades, a causa de las posibles deformaciones de la intensidad de campo como consecuencia de reflexiones de origen ionosférico, o debidas a obstáculos situados cerca del radiogoniómetro. Pueden obtenerse indicaciones válidas sólo cuando predomina la onda de superficie, puesto que la atenuación de las

ondas reflejadas es de, por lo menos, 6 dB con relación a la onda de superficie.

Las estaciones móviles de comprobación técnica presentan con relación a las estaciones fijas diversas ventajas derivadas de su movilidad, que permite elegir convenientemente su emplazamiento de modo que se reduzcan al mínimo las reflexiones locales y los obstáculos. Además, la localización por una estación móvil no está subordinada a puntos fijos y puede efectuarse desplazando progresivamente el vehículo en la dirección de donde provienen las ondas, con el fin de reducir la incertidumbre.

Comprobación automática de la ocupación del espectro

La medición de la ocupación del espectro se inicia con una lista de bandas de frecuencia a supervisar, introducida en una base de datos. Puede también facilitarse una representación panorámica de la banda espectral objeto de la comprobación. Cuando se encuentran señales que superan un umbral definido por el usuario, se realiza una exploración de la base de datos para determinar si la señal es conocida o desconocida. En el caso de señales conocidas la actividad se anota en la base de datos con una indicación de tiempo, amplitud, anchura de banda aproximada y tipo de modulación. Las señales desconocidas se introducen en una base de datos diferente. Se puede encargar a un radiogoniómetro que realice una medición de marcación sobre la señal desconocida, o quizás el operador prefiera registrar dicha señal para analizarla posteriormente. La base de datos resultantes puede utilizarse después para generar informes acerca de la ocupación del espectro, así como informes de actividad sobre los transmisores desconocidos.

Mediciones de la profundidad de modulación y de la excursión de frecuencia

En general, las mediciones relativas a la modulación conciernen principalmente a las emisiones de radiodifusión, si bien es posible extenderlas también a otros servicios. En el caso concreto de la radiodifusión sonora, se trata de medir la modulación en la zona de servicio de transmisores locales que funcionan en ondas hectométricas (con modulación de amplitud) o en ondas métricas (con modulación de frecuencia), cuando esas mediciones no pueden efectuarse en las estaciones fijas, a causa de la débil potencia radiada, de la distancia a que se hallan del transmisor, o de la congestión del espectro fuera de su zona de servicio.

3.2. RADIOGONIOMETRÍA Y LOCALIZACIÓN

3.2.1. CONSIDERACIONES GENERALES

La radiogoniometría tiene por objeto determinar la posición de una fuente cualquiera de radiaciones electromagnéticas utilizando las propiedades de propagación de las ondas. Considerada de esa forma general, la radiogoniometría puede utilizarse para determinar la posición de un transmisor radioeléctrico o de una fuente de ruido radioeléctrico, si esas fuentes se encuentran situadas en la superficie de la Tierra.

En consecuencia, la radiogoniometría es indispensable para los fines siguientes:

- Determinar el emplazamiento de un transmisor en situación de emergencia;
- Determinar el emplazamiento de un transmisor no autorizado;
- determinar el emplazamiento de un transmisor interferente que no puede ser identificado por otros medios;
- determinar el emplazamiento de una fuente de interferencia perjudicial para la

recepción, tales como equipos eléctricos, aisladores defectuosos en una línea de alta tensión, etc.;

- identificar los transmisores, tanto conocidos como desconocidos.

Un radiogoniómetro es un sensor utilizado para determinar la dirección de llegada o el acimut de una onda electromagnética con respecto a una dirección de referencia. Todos los radiogoniómetros hacen uso del retardo diferencial de la señal a través de una abertura de antena para obtener una marcación de señal. La arquitectura funcional común a todos los radiogoniómetros incluye una red de antenas, un conjunto receptor y un procesador del radiogoniómetro.

En el estado actual de la tecnología, las técnicas radiogoniométricas se agrupan en tres categorías generales, a saber:

- radiogoniometría por amplitud;
- radiogoniometría por fase;
- radiogoniometría por correlación vectorial de fase y amplitud y radiogoniometría con superresolución.

3.2.2. TÉCNICAS DE RADIOGONIOMETRÍA MÁS COMUNES

A continuación se presentan cuadros con las seis técnicas de radiogoniometría más comunes.

Mediciones con la red de antenas de radiogoniometría	Medición de la amplitud en un solo canal proporcional al diagrama de antena ya la orientación de la antena con respecto al transmisor.
Conversión de la medición a marcación radiogoniométrica	Marcación = ángulo con el que la orientación de la antena produce el nivel mínimo de señal (también se utilizan sistemas de detección del nivel máximo de señal, dependiendo de la antena empleada).
Precisión (sin influencia del emplazamiento)	En ondas decamétricas: 5° a 10° en ondas métricas y decimétricas: 2° a 3°
Sensibilidad	Baja - Media, basada en la antena empleada por el sistema. Las configuraciones de antenas de cuadro presentan normalmente un valor bajo de la sensibilidad pero las configuraciones basadas en antenas directivas tales como las redes LP A o incluso las de bocinas en las frecuencias de ondas decimétricas presentan un mejor comportamiento.
Tiempo de respuesta	2- 3 segundos
Inmunidad contra la despolarización	La sensibilidad a los errores de polarización es función del tipo de antena utilizada por el sistema. Por ejemplo, cuando se emplea una antena de cuadro muy equilibrada, los errores en la marcación son bajos para despolarizaciones <45°; no pueden utilizarse algoritmos de compensación de la despolarización.
Inmunidad contra los frentes de onda distorsionados (interferencia coherente)	Baja, pues representa un sistema de abertura mínima.
Inmunidad contra la interferencia cocanal (interferencia no coherente)	Baja a buena, dependiendo de la antena utilizada.
Capacidad de onda ionosférica en ondas decamétricas	No se utiliza normalmente en aplicaciones de onda ionosférica.
Observaciones	Estos sistemas son los de menor coste y menor calidad.

TABLA 5 Sistemas de radiogoniometría con antena giratoria

Mediciones con la red de antenas de radiogoniometría	Se realizan mediciones de amplitud en un solo canal con un diagrama de antena en exploración electrónica. Las redes de antena son la característica peculiar de este sistema. Normalmente, estos sistemas utilizan un número muy elevado de antenas dispuestas de forma circular. Las mediciones no se realizan en una sino en varias antenas adyacentes de la red y de manera simultánea. El conjunto de antenas se combina, generalmente utilizando líneas de retardo, para realizar una sola medición relativa a la directividad (ganancia) en el sector explorado. A menudo se coloca un reflector cilíndrico en el centro de la red de antenas para aumentar este efecto.
Conversión de la medición a marcación radiogoniométrica	Marcación = ángulo con el que la exploración de la antena produce el nivel mínimo de señal (también se utilizan sistemas de detección del nivel máximo de señal, dependiendo de la antena empleada).
Precisión (sin influencia del emplazamiento)	1° a 2°
Sensibilidad	Elevada, debido a la directividad de las redes de antenas.
Tiempo de respuesta	2- 3 segundos
Inmunidad contra la despolarización	La misma que en otros sistemas de característica giratoria.
Inmunidad contra los frentes de onda distorsionados (interferencia coherente)	Buena, ya que con esta técnica se utilizan normalmente redes de abertura amplia.
Inmunidad contra la interferencia cocanal (interferencia no coherente)	Normalmente buena, dependiendo de la red de antenas. Para la respuesta fuera del eje en los elementos de la red explorados pueden obtenerse niveles de lóbulo lateral de -12 dB o mayores.
Capacidad de onda ionosférica en ondas decamétricas	No puede determinarse el ángulo de elevación de la señal; sin embargo, la sensibilidad sigue siendo buena para ángulos de elevación altos.
Observaciones	Estos sistemas a menudo son costosos y suelen utilizarse en aplicaciones de ondas decamétricas en emplazamiento fijo.

TABLA 6 Sistemas de radiogoniometría Wullenweber

Mediciones con la red de antenas de radiogoniometría	Las mediciones de amplitud se realizan en la salida de tres antenas. Las antenas se configuran para responder con el ángulo de llegada de la señal en diagramas de seno, coseno y omnidireccionales. Se realizan mediciones de amplitud sincrónica, normalmente utilizando tres canales del receptor coherente.
Conversión de la medición a marcación radiogoniométrica	Marcación = $\arctg(\sin\theta/\cos\theta)$; este cálculo a veces se mejora utilizando factores extraídos de una tabla de calibración.
Precisión (sin influencia del emplazamiento)	1° a 2°
Sensibilidad	Media-Alta NOTA - Comportamiento basado en la selección de antena.
Tiempo de respuesta	<1 ms
Inmunidad contra la despolarización	Cuando se utilizan antenas muy equilibradas los errores en la marcación son bajos para despolarizaciones <45°; no pueden utilizarse algoritmos de compensación de la despolarización.
Inmunidad contra los frentes de onda distorsionados (interferencia coherente)	Limitada, pues no es posible utilizar redes de antenas de abertura amplia.
Inmunidad contra la interferencia cocanal (interferencia no coherente)	Es posible la separación utilizando diversas técnicas analógicas de visualización en tubos de rayos catódicos. Para analizar el diagrama de interferencia debe acudirse a la interpretación que haga el operador de la imagen del tubo de rayos catódicos. El tratamiento digital de la señal no puede separar de forma algorítmica las señales cocanal coincidentes en el tiempo. Pueden emplearse técnicas de histogramas para señales no coincidentes en el tiempo.
Capacidad de onda ionosférica en las ondas decamétricas	No puede determinarse el ángulo de elevación de las señales de propagación ionosférica; se mantiene una buena sensibilidad para señales con ángulo de llegada elevado. Pueden emplearse antenas de cuadros cruzados en aplicaciones en que sea conveniente recibir las señales con ángulos de llegada extremadamente elevados.
Observaciones	Estos sistemas cuentan con más de 50 años de antigüedad y son las técnicas primitivas de radiogoniometría que han tenido más éxito; mantienen su importancia debido, en parte, al tiempo de respuesta muy breve del sistema ya su capacidad de medir la marcación de la fuente de señales transitorias (incluido el rayo, razón por la que fueron originalmente diseñados).

TABLA 7 Sistemas de radiogoniometría Adcock/Watson-Watt

Medición con la red de antenas de radiogoniometría	Desplazamiento de frecuencia diferencial pues los elementos de antena en una red circular se muestrean secuencialmente de forma rápida; en sistemas de alta calidad se lleva a cabo un muestreo simultáneo y contrario al sentido de giro de las antenas.
Conversión de la medición a marcación radiogoniométrica	Marcación = ángulo acimutal correspondiente a la posición angular de las antenas en la que el desplazamiento de frecuencia es máximo.
Precisión (sin influencia del emplazamiento)	$<1^\circ$
Sensibilidad	Alta
Tiempo de respuesta	<100 ms (en ondas decamétricas) <10 ms (en ondas métricas/decimétricas)
Inmunidad contra la despolarización	Función de la linealidad de la polarización del elemento de antena únicamente, ya que no pueden emplearse algoritmos de compensación de la polarización; los errores de despolarización típicos son bajos para polarizaciones oblicuas en 60° y aumentan para inclinaciones más elevadas de la polarización.
Inmunidad contra los frentes de onda distorsionados (interferencia coherente)	Elevada cuando se utilizan redes de antenas de abertura amplia.
Inmunidad contra la interferencia cocanal (interferencia no coherente)	Es posible la separación utilizando técnicas de histogramas para señales no coincidentes en el tiempo. Para señales coincidentes en el tiempo únicamente puede evaluarse la señal cuyo nivel es superior en 3 a 5 dB.
Capacidad de onda ionosférica en ondas decamétricas	Puede determinarse también el ángulo de elevación de señales de propagación ionosférica; se mantiene una buena sensibilidad para señales con ángulos de llegada elevados cuando la red de antenas está constituida por antenas de cuadros cruzados.
Observaciones	Los sistemas Doppler son una tecnología bien desarrollada que ha sido utilizada en todo tipo de aplicaciones, como las fijas, portátiles y montadas en vehículos; las antenas activas se utilizan a menudo para ofrecer una amplia cobertura en frecuencia y conseguir elementos de antena de menor tamaño.

TABLA 8 Radiogoniometría con efecto pseudo-Doppler

Mediciones con la red de antenas de radiogoniometría	Mediciones de fase diferencial entre un subconjunto de los posibles pares de antenas formadas dentro de la red; se requiere un mínimo de dos canales del receptor coherente.
Conversión de la medición a marcación radiogoniométrica	La marcación se calcula combinando la información sobre la red de antenas con las mediciones de fase diferencial obtenidas para pares de las antenas de la red. Las mediciones de fase para un par específico se utilizan para calcular el ángulo de llegada, basándose en la distancia de separación entre antenas. Conociendo la geometría de la red, las mediciones procedentes de diversos pares se combinan para resolver las ambigüedades en acimut y calcular el ángulo de elevación de llegada.
Precisión (sin influencia del emplazamiento)	< 1°
Sensibilidad	Alta
Tiempo de respuesta	<10 ms <1 ms* * NOTA - Normalmente se utilizan con éxito sistemas que conmutan las antenas a un par de canales de medición coherentes. El tiempo de respuesta es más breve cuando se utiliza un receptor para cada antena y todas las mediciones se hacen en paralelo.
Inmunidad contra la despolarización	Las mismas consideraciones que en el caso pseudo-Doppler.
Inmunidad contra los frentes de onda distorsionados (interferencia coherente)	Elevada cuando se utilizan redes de antena de abertura amplia.
Inmunidad contra la interferencia cocanal (interferencia no coherente)	Es posible la separación utilizando técnicas de histogramas para señales no coincidentes en el tiempo; para señales coincidentes en el tiempo únicamente puede evaluarse la señal cuyo nivel es superior en 3 a 5 dE.
Capacidad de onda ionosférica en ondas decamétricas	También puede determinarse el ángulo de elevación de las señales de propagación ionosférica; se mantiene una buena sensibilidad para señales con ángulos de llegada elevados cuando la red de antenas está constituida por antenas de cuadros cruzados.
Observaciones	Los interferómetros de fase son compatibles con las modernas técnicas de procesamiento digital de la señal; actualmente existe un cierto número de sistemas en el mercado que utilizan computadores personales para realizar el procesamiento de la radiogoniometría; dichos sistemas no están obligados a utilizar redes de antenas dispuestas circularmente.

TABLA 9 Interferómetro de fase

Mediciones con la red de antenas de radiogoniometría	La tensión de la señal compleja (amplitud y fase) se mide en cada antena, realizándose mediciones en al menos dos antenas a la vez. Se necesita un mínimo de dos canales del receptor coherente. Para la radiogoniometría con superresolución, se emplean pares de tensiones para todos los posibles emparejamientos de antenas en la red de antenas a fin de generar la matriz de covarianza de medición. La matriz se evalúa para resolver el contenido cocanal en la señal recibida. En el interferómetro correlativo se emplea un subconjunto de las posibles tensiones de antena a FM de generar el vector de medición.
Conversión de la medición a marcación radiogoniométrica	La interferometría correlativa utiliza vectores de calibración generados durante la calibración del sistema en fábrica. La marcación es el valor del acimut interpolado correspondiente al vector de calibración del acimut que mejor concuerda con el vector de medición. Para la radiogoniometría con superresolución, se calculan múltiples marcaciones utilizando valores de acimut interpolados correspondientes a los vectores de calibración de acimut que mejor concuerdan con el subespacio de señal generado por la matriz de covarianza de medición.
Precisión (sin influencia de emplazamiento)	$< 1^\circ$
Sensibilidad	Alta
Tiempo de respuesta Interferometría correlativa Radiogoniometría con superresolución	< 1 ms (para ondas decamétricas y para ondas métricas/decimétricas) < 100 ms (ondas decamétricas) < 10 ms (ondas métricas/decimétricas) NOTA - Los tiempos de procesamiento del sistema se alargarán si sólo se emplean dos canales de receptor en paralelo.
Inmunidad contra la despolarización	Es función de las características de polarización de la red de antenas a menos que se utilice compensación mediante el algoritmo polarizado doble adecuado para estos sistemas de procesamiento vectorial.
Inmunidad contra los frentes de onda distorsionados (interferencia coherente)	Alta, cuando se utilizan redes de antenas de abertura amplia.
Inmunidad contra la interferencia cocanal (interferencia no coherente)	Es posible la separación utilizando técnicas de histogramas para señales no coincidentes en el tiempo; para señales coincidentes en el tiempo en el sistema de correlación de vector únicamente puede evaluarse la señal cuyo nivel es 3 a 5 dE superior; el sistema de radiogoniometría con superresolución separa las señales múltiples.
Capacidad de onda ionosférica en ondas decamétricas	También puede determinarse el ángulo de elevación de las señales de propagación ionosférica; se mantiene una buena sensibilidad para señales con ángulos de llegada elevados cuando la red de antenas está constituida por antenas de

	cuadros cruzados.
Observaciones	Estas técnicas de radiogoniometría son compatibles con la nueva generación de métodos de procesamiento digital de la señal; los coprocesadores de la nueva generación de computadores personales cuentan con suficiente potencia de procesamiento para efectuar rápidamente estos cálculos; en estos sistemas no se exige la instalación de redes de antenas dispuestas de forma circular .

TABLA 10 Interferómetro correlativo / radiogoniometría con superresolución

3.3. ESTACIÓN DE CONTROL DEL ESPECTRO DEL PERÚ

El sistema cuenta con estaciones fijas y móviles de comprobación técnica y de goniometría.

3.3.1. DIAGRAMAS DE BLOQUES DE LAS ESTACIONES FIJA Y MÓVIL

Se muestra los diagramas de bloques de la estación fija y de la estación móvil en las FIGURAS 7 y 8 respectivamente.

3.3.2. DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE CONFORMAN LAS ESTACIONES FIJAS Y MÓVILES

Los elementos que contiene la estación móvil son los mismos que se puede encontrar en una estación fija, a continuación se describen dichos elementos.

a) ANTENA DE ESCUCHA (RN 4201)

Cubre la banda de 9 KHz hasta los 30 MHz. Es una antena vertical y activa. Trabaja con 24 Vdc proporcionado por una fuente de alimentación de 220 Vac a 24 Vdc y se conecta al módulo RF HF 2000 del receptor multicanal y multifunción.

b) RED DE ANTENAS DE ESCUCHA Y GONIOMETRÍA (ANT 194A)

La antena ANT 194A se utiliza en las estaciones fijas y está compuesta de tres antenas que corresponden a las tres siguientes subbandas: 20-160 MHz, 160-500 MHz, 500-3000 MHz. El diseño en 3 módulos de la antena permite formar diferentes configuraciones según la banda de frecuencia deseada.

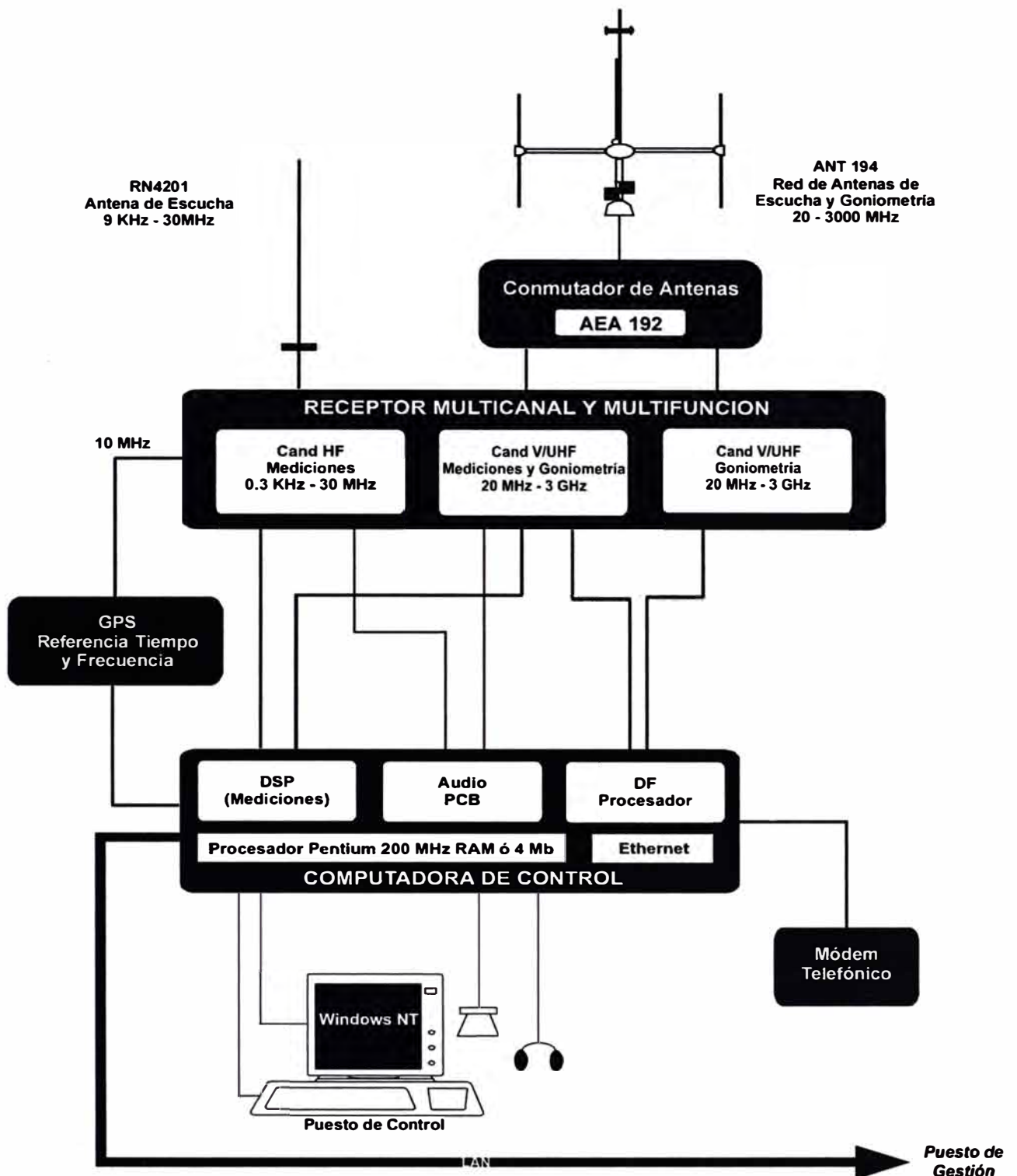


FIGURA 7 Diagrama de bloques de la estación fija

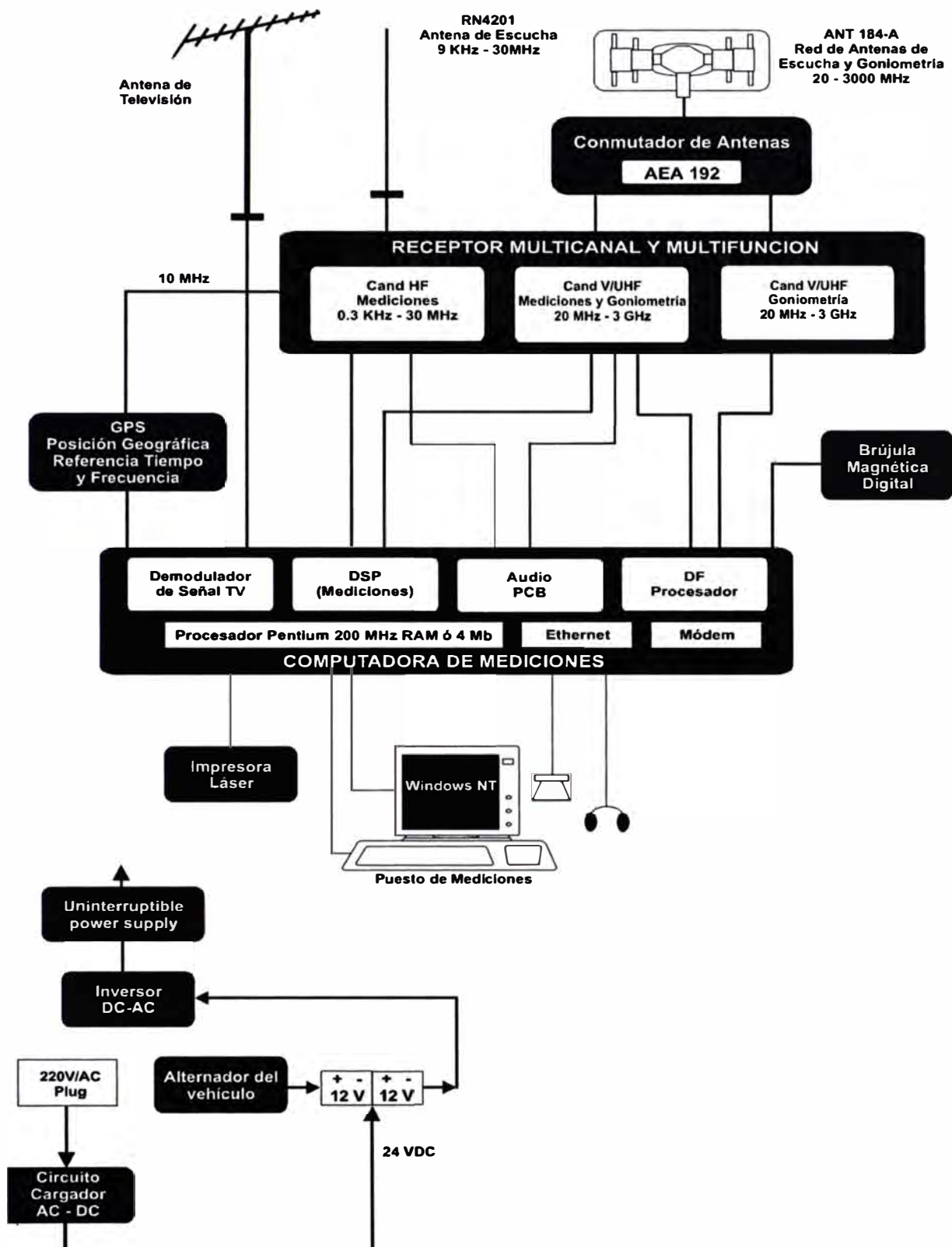


FIGURA 8 Diagrama de bloques de la estación móvil

Cada red de antenas está constituida por cinco dipolos distribuidos en una estructura pentagonal, lo que permite tener cinco pares diferentes de antenas. El conmutador de antenas permite seleccionar una de las tres subbandas posibles, así como el par necesario de dipolos. Para cada par de antenas, la diferencia de fase corresponde a la diferencia del trayecto efectuado por la onda emitida para alcanzar cada uno de los dos dipolos. La diferencia de fase entre dos antenas depende de la distancia entre ellas y del ángulo de incidencia de la emisión. La antena ANT 194A se utiliza para la radiogoniometría según el principio de interferometría.

c) ANTENA ANT184-A

La antena ANT 184-A es una antena VHF/UHF discreta para instalar en un vehículo o sobre un mástil metálico, sin o equipado con radomo. También puede ser utilizado en una estación fija. Cubre la banda de 20 MHz a 3 GHz. El radiogoniómetro en que la antena ANT 184-A está incorporada puede ir equipado opcionalmente con una brújula magnética. Este equipo está asociado al computador. Suministra al radiogoniómetro, a cada momento, el ángulo formado por el eje de referencia de la antena y el Norte geográfico. La brújula así permite al radiogoniómetro calcular el acimut absoluto de las emisiones interceptadas. La antena ANT 184-A está compuesta de dos redes de cinco dipolos, con estructura de tipo pentagonal. La red exterior cubre la subbanda de 20- 700 MHz, y la red interior de 700 MHz-3 GHz. Un conmutador de antenas permite seleccionar una de las tres subbandas posibles, así como el par necesario de dipolos. Para cada par de antenas, la diferencia de fase corresponde a la diferencia del trayecto efectuado por la onda emitida para alcanzar cada uno de los dos dipolos. La diferencia de fase entre dos antenas depende de la

distancia entre ellas y del ángulo de incidencia de la emisión. La antena ANT 184-A se utiliza para la radiogoniometría según el principio de interferometría.

d) CONMUTADOR AEA-192

El AEA 192 es un conmutador de antenas V/UHF dos canales. Asociado a un sistema de antenas asegura la selección de una de las subgamas de antenas (selección de una entre dos o tres) y, después, la orientación de una base de dipolos hacia un receptor (selección de dos entre cinco).

El conmutador de antenas se divide en dos versiones:

En versión Táctico, el conmutador AEA 192 2 canales permite un enlace corto con la utilización (enlace entre conmutador y receptor), esta versión es utilizada en las estaciones fijas

En versión Infra, el conmutador AEA 192 2 canales permite una desviación más importante con la utilización, esta versión es utilizada en las estaciones móviles

Genera una señal de prueba que permite probar el conjunto del material de radiogoniometría (sin la antena) en el que está instalado. Recibe señales de controles y una alimentación, así como una señal de calibración que inyecta en fase en sus salidas. Suministra las señales RF seleccionadas en sus bases coaxiales de salidas.

e) CAJA CAL

La caja CAL es una caja de mando y de alimentación de antenas. Permite distribuir a los conmutadores los mandos provenientes del módulo de interfaz del receptor. Suministra también la alimentación externa necesaria para las antenas activas y los

conmutadores de antenas. La caja CAL puede integrarse en diferentes sistemas de radiogoniometría, y los equipos asociados pueden variar de un sistema a otro.

f) UNIDAD RECEPTORA REC 108

La unidad REC 108 es un receptor multibandas de 2/3 canales, utilizado por los radiogoniómetros y los receptores ESMERALDA. Puede ser equipado, en opción, con un canal ESCUCHA.

- Utilizado por los radiogoniómetros, funciona como receptor de goniometría. Realiza la recepción de las señales provenientes de las antenas, las filtra y las convierte en frecuencias de adquisición utilizadas por los radiogoniómetros.
- Utilizado por los receptores ESMERALDA, abarca las funcionalidades de radiogoniometría, de recepción y de medidas UIT (Unión Internacional de Telecomunicación).

Los diferentes módulos (estándares y opcionales) integrados en la unidad constituyen el receptor de dos canales (tres canales si la opción ESCUCHA es presente), en la banda HF - V/UHF - H/V/UHF de 300 Hz a 3000 MHz.

Este receptor sirve para la detección, la escucha y el procesamiento de las emisiones activas del espectro radioeléctrico.

El receptor incluye las funcionalidades principales siguientes: vigilancia fija, exploración, vigilancia cíclica.

g) TARJETA QSHARC

La Tarjeta QSHARC es una tarjeta de tratamiento de la señal instalada en un computador de tipo PC. Realiza todos los tratamientos de radiogoniometría, tales como el análisis espectral y la extracción de las emisiones, que se requieren para las

funcionalidades del radiogoniómetro.

La tarjeta QSHARC recibe muestreos digitalizados por una tarjeta de adquisición. A partir de la señal digitalizada en cada vía (de adquisición), realiza los tratamientos de análisis espectral, de goniometría y de extracción que serán explotados por el calculador soporte.

- El análisis espectral incluye todos los tratamientos que permiten, a partir de los muestreos de la señal real temporal, obtener para cada vía resultados que representan la amplitud y la fase de la señal.
- La goniometría permite, a partir de los defasajes entre las vías y la frecuencia correspondiente, obtener medidas del acimut, de la elevación y de la nota de calidad (que expresa la fiabilidad de la medida efectuada).
- La extracción permite, a partir de resultados elementales de goniometría, poner en evidencia las emisiones de Frecuencia Fija (FF), los bursts y las emisiones de Salto de Frecuencia (SFR).

h) TARJETA CARAIBE

La TARJETA CARAIBE es una tarjeta de adquisición instalada sobre una tarjeta soporte de tratamiento de la señal. Asegura la adquisición de la señal, la digitaliza y transmite las muestras a la tarjeta soporte QSHARC. También realiza la secuenciación de los tratamientos y la interfaz con la explotación o el sistema en que está instalada. La adquisición y digitalización de la señal FI se efectúan en las diferentes vías en paralelo de manera síncrona. Las muestras de cada vía están organizadas en paquetes de tamaño ajustable que se envían a los procesadores DSP de la tarjeta soporte de tratamiento de la señal.

i) TARJETA BIAC

La tarjeta BIAC es una tarjeta compatible de formato PMC (PCI Mezzanine Card) que se instala en una tarjeta madre de tipo QSHARC. Estas dos tarjetas forman un conjunto de adquisición y de procesamiento utilizado para el análisis técnico de las señales HF/VHF/UHF integrables en un computador de bus local PCI. La alimentación eléctrica de la tarjeta BIAC se hace por intermedio de la tarjeta madre.

Sus principales funciones son:

- filtrar, digitalizar y tomar muestras de las señales digitales HF y BF
- servir de interfaz con equipos externos tales como receptores,
- formatear y transferir datos hacia la tarjeta madre.

j) SOFTWARE INSTALADO

El conjunto de los elementos descritos anteriormente conforma el Radiogoniómetro digital TRC8000. Sobre esta base opera el software que se enumera a continuación:

LG111 Software específico para funciones de Radiogoniometría

LG112 Software que determina la localización de los emisores que utilizan Radiogoniómetros conectados con el sistema

LG 118 Software de análisis en tiempo diferido, sobre señales en banda ancha o en banda angosta, que trabaja sobre una base de archivos de señales previamente ingresados.

LG 309 Software de Comprobación Técnica, realiza mediciones UIT

LG 302 Software de control de las estaciones de localización

TRC8050S1 Software de análisis técnico en tiempo real de señales digitales.

CAPITULO IV

ANALISIS INTEGRADO DEL SISTEMA

4.1. AUTOMATIZACIÓN DE LA COMPROBACIÓN TÉCNICA

Merced a la utilización de computadores y comunicaciones a distancia la automatización simplifica muchas de las funciones y responsabilidades del servicio de comprobación técnica. El equipo informatizado proporciona medios para ejecutar tareas repetitivas corrientes de modo rápido y exacto, dejando al personal de servicio en libertad para actividades más exigentes. La utilización de bases de datos y de modelación informática moderniza las funciones de gestión del espectro e incluso puede suprimir fuentes posibles de interferencia antes de que el usuario empiece a transmitir. Existen dos responsabilidades específicas del servicio de comprobación técnica a las que da un gran realce la automatización: las operaciones de comprobación técnica de las emisiones propiamente dicha y la gestión del espectro. La automatización burocrática puede específicamente ayudar a la preparación de Informes. La automatización de los procedimientos técnicos de las operaciones de comprobación facilita la rápida toma de decisiones con miras a una eficaz gestión del espectro.

4.2. ESTACIÓN DE COMPROBACIÓN TÉCNICA INFORMATIZADA E INTERFACES CON LA GESTIÓN DEL ESPECTRO

4.2.1. INTRODUCCIÓN

La gestión del espectro de radiofrecuencias comprende un conjunto de procedimientos administrativos y técnicos, a saber:

- Gestión administrativa, que implica la expedición de licencias o autorizaciones. Para realizar estas tareas de gestión se recomienda utilizar una base de datos cargada en un sistema informático. Esta base de datos, que incorpora datos administrativos y técnicos, forma el núcleo del sistema informatizado de gestión de radiofrecuencias.
- Comprobación técnica, la cual permite comprobar que estas frecuencias se utilizan de acuerdo con las disposiciones de la autorización o licencia y mide la ocupación del espectro por medio de las estaciones de comprobación técnica.

Existe una relación importante e indisoluble entre la parte técnica de la comprobación y la gestión administrativa; debe mantenerse una estrecha colaboración entre ambas de tal modo que las tareas técnicas de la comprobación sean útiles para la gestión de frecuencias. Las principales esferas de interacción son las siguientes:

- La gestión administrativa permite establecer la lista oficial de frecuencias atribuidas para la comprobación técnica de emisiones;
- La gestión administrativa proporciona instrucciones generales acerca de las

bandas a explorar, los campos en los que pueden surgir problemas y los futuros requisitos de la comprobación de las emisiones;

- Las funciones técnicas de comprobación reciben peticiones de tareas específicas de la gestión administrativa; por ejemplo, reclamos sobre interferencias deliberadas que hay que observar para resolver el problema y mediciones de ocupación en las frecuencias que han de atribuirse;
- La función técnica de comprobación permite comprobar la conformidad técnica de los transmisores, identificar aquellos transmisores que no la cumplen y detectar problemas específicos.
- La interacción entre la gestión del espectro y un sistema informatizado de comprobación técnica del espectro permite optimizar la explotación, tanto en cuanto a la eficacia como en cuanto al coste, de una red de gestión de frecuencias. El sistema se organiza en torno de una base de datos informatizada asociada con la utilización de microcomputadores. Esta base de datos es el núcleo de todas las funciones y aplicaciones asociadas.

4.2.2. SISTEMA NACIONAL INFORMATIZADO

El sistema descansa sobre uno o más servidores de datos que disponen de una red para el acceso a la base de datos: un servidor principal, un servidor secundario para duplicar la base de datos con acceso de lectura solamente, un servidor para base de datos extraído de la base y/o una base de datos especializada para una aplicación.

El servidor principal se carga con la base de datos de parámetros administrativos y técnicos de la zona y/o red nacional entera. Este servidor generalmente es un sistema basado en un lenguaje de interrogación estructurado (SQL), que dispensa al usuario

de la necesidad de conocer la estructura física de la base de datos para formular una interrogación. La base de datos unida a una red informatizada distribuida permite establecer una arquitectura cliente-servidor, un sistema informatizado distribuido y bases de datos distribuidas:

- El servidor de base de datos centraliza la gestión de datos, limitando así el tráfico de datos en la red y preservando un alto nivel de integridad.
- Los servidores secundarios se dedican a tareas específicas: facturación, asignación de frecuencias, gestión técnica, etc.

Un sistema de comprobación técnica de las emisiones suele estar compuesto por:

- Una estación de supervisión central;
- Estaciones de comprobación técnica fijas y/o móviles.

El supervisor realiza las tareas siguientes:

- Proporcionar la interfaz entre las estaciones de comprobación técnica y la gestión administrativa del espectro
- Retransmitir los datos técnicos y administrativos relativos a los transmisores a las estaciones;
- Definir para cada estación las tareas de comprobación técnica:
 - a) Medición(es) sistemática(s);
 - b) Comprobación o búsqueda de una frecuencia (por ejemplo, tras haber recibido una queja);
- Establecer la síntesis de los resultados obtenidos por las estaciones.

En un sistema de gestión del espectro y de comprobación técnica informatizado, de inteligencia distribuida:

- Los datos técnicos se transmiten al supervisor por el servicio de gestión administrativa, ya sea por un medio magnético, por la red o por línea telefónica;
- A su vez, el supervisor comunica (por medio magnético o por líneas telefónicas) a cada estación de comprobación técnica los datos técnicos relativos a los transmisores comprendidos en su zona de competencia.

El supervisor envía instrucciones a los diversos receptores o radiogoniómetros que ejecutan automáticamente estas instrucciones. Las mediciones resultantes se transmiten al microcomputador de la estación. Al recibir estos datos, el computador realiza comparaciones entre dichos resultados y los datos respectivos contenidos en su fichero de datos técnicos. Los resultados en caso de cumplimiento o los detalles de anomalías en el caso contrario, se transmiten al control central donde se procesan mediante sistemas de procesamiento de datos, tomando el supervisor las respectivas decisiones operativas.

4.3. INTERFAZ CONTROL DEL ESPECTRO

La verdadera potencialidad del sistema de gestión y Comprobación Técnica del Espectro radica en su grado de integración y la elaboración de tareas automáticas de control del espectro.

4.3.1. OBJETIVOS DEL SISTEMA

El sistema basa su funcionamiento en un centro de control que controla varias estaciones de localización. El espectro puede ser controlado por medio de los datos

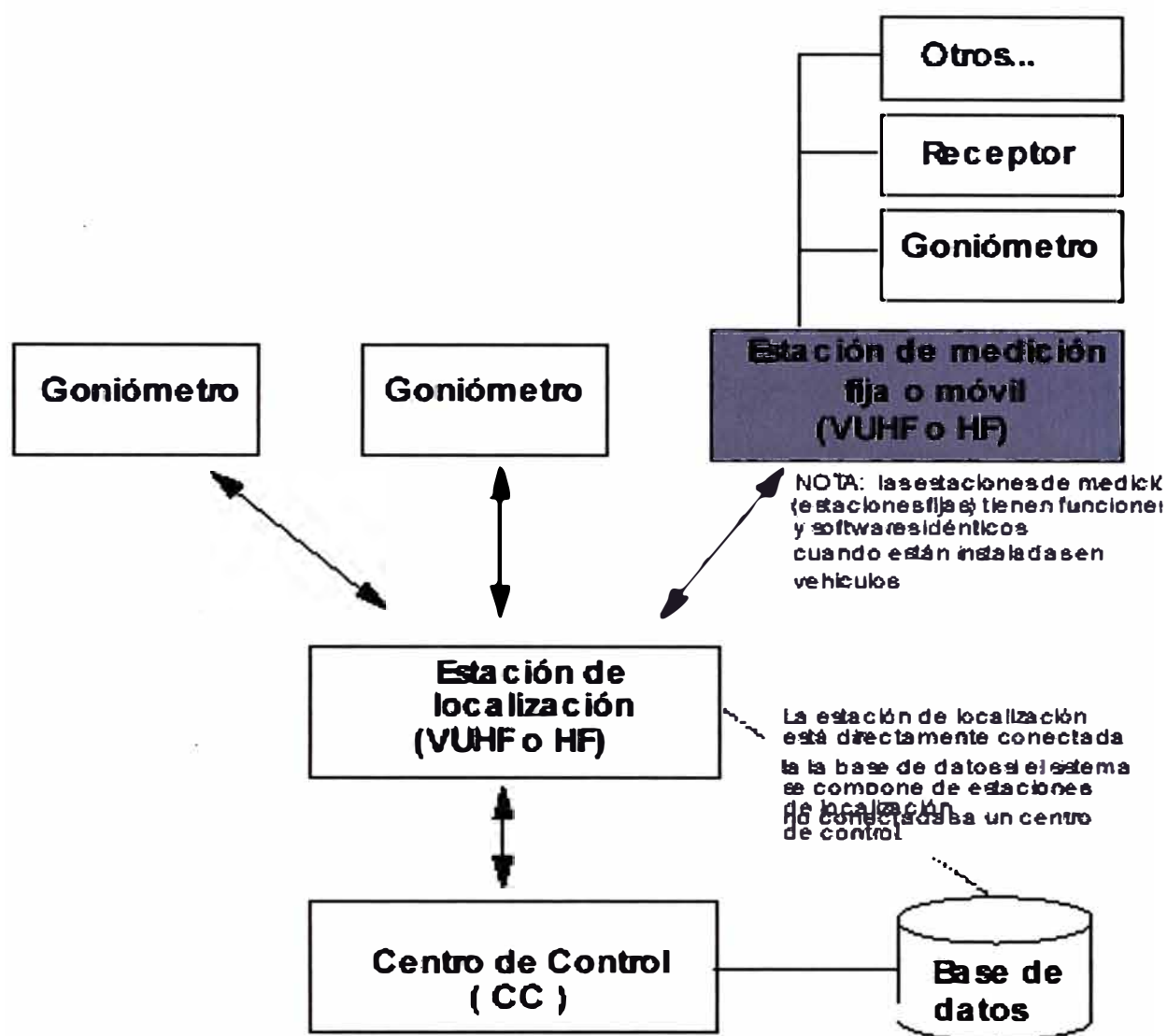
técnicos contenidos en una base de datos técnica (localización, banda, frecuencia, etc.). Los datos extraídos de la base de datos pueden ser utilizados, sea directamente por la estación de localización cuando el sistema no tiene centro de control, sea por el centro de control si el sistema tiene uno. Ambos sistemas utilizan los mismos archivos de interfaz. La estación de localización recupera informaciones de la base de datos con el fin de preparar las diferentes misiones de las estaciones de medición (fijas o móviles). Además de su función esencial que consiste en preparar la misión, la estación de localización puede controlar a distancia varios radiogoniómetros (fijos o móviles) para localizar un emisor.

En la FIGURA 9 se muestra un diagrama funcional del sistema

4.3.2. PRINCIPIO DE LA DEFINICION Y DE LA ATRIBUCION DE LAS MISIONES

Los parámetros de misión de las estaciones de medición provienen de la estación de localización. Estos parámetros están definidos a partir de las "Interfaces Hombre-Máquina (IHM) Misión", y a partir de la lista y de las características de los emisores presentes en la Base de Datos Técnicos (BDT).

Sistema de control del espectro



	Estación de localización	Estación de medición	Goniómetros
Número de estaciones que pueden conectarse a una estación de localización	0	Med + Gon < 21	Med + Gon < 21
Número de estaciones que pueden conectarse a un centro de control	No limitado	0	0

Med : Número de estaciones fijas y móviles conectadas a una estación de localización.
 Gon : Número de goniómetros fijos y móviles conectados a una estación de localización.

FIGURA 9 Diagrama funcional del sistema

4.3.2.1. EJECUCIÓN

Véase el diagrama esquemático "Definición y atribución de misiones" (FIGURA 10)

El software LG302 permite especificar las demandas relativas a los diferentes tipos de misiones. Estas demandas definen:

- La estación de medición de destino,
- El tipo de misión,
- La fecha del principio y del fin de la misión,
- Los parámetros técnicos de la misión (tolerancias en acimut, frecuencia, campos, excursión en frecuencia, tipo de modulación, tipo de mediciones requeridas, etc.).
- La o las gama(s) de frecuencia vigilada(s).

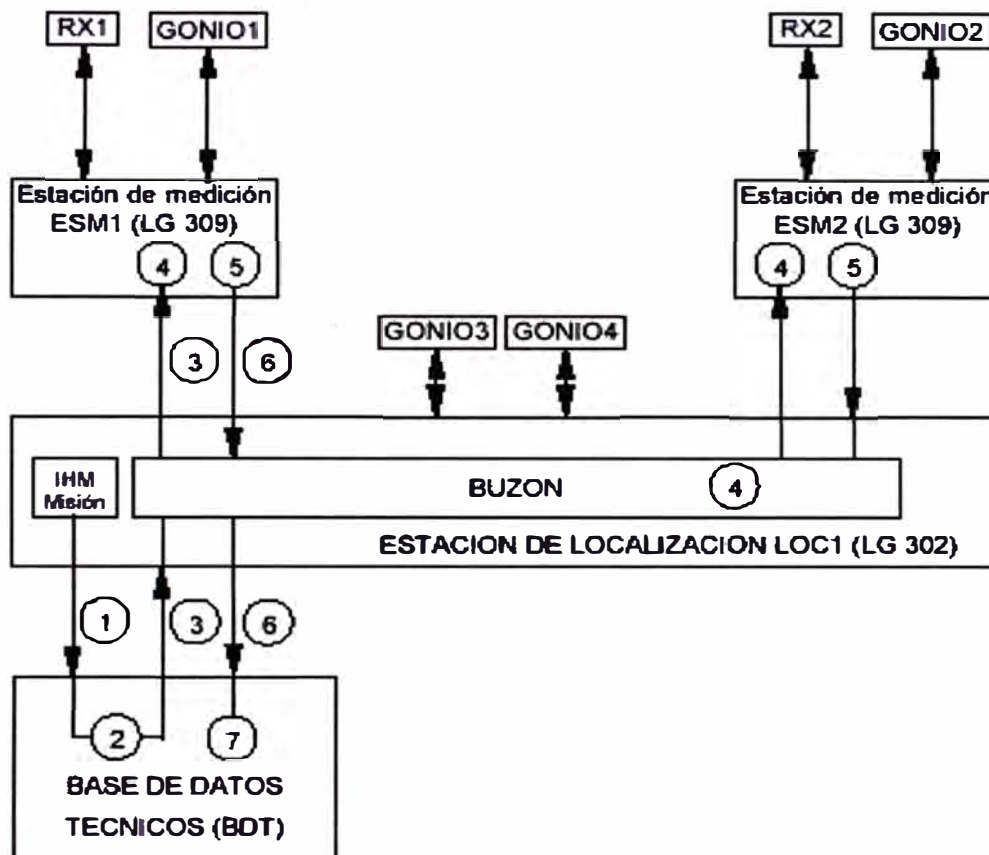
Estas demandas son leídas y procesadas periódicamente por la base de datos.

La base extrae de sus datos los emisores ya recordados que cumplen con los criterios de la demanda y con el radio de acción de la estación de medición de destino. La BDT genera el archivo Misión (.chk) que cumple con la demanda, y lo transmite a la estación de medición vía la estación de localización. Este archivo contiene los parámetros definidos en la demanda, y los emisores conocidos que corresponden a las frecuencias (o las gamas de frecuencia) vigiladas.

El archivo de misión .chk es cargado por la estación de localización en el directorio Input Checklist de la estación de medición apropiada.

La estación de medición comprueba que el archivo .chk contiene su identificador ; Si no, la estación no acepta el archivo.

Diagrama esquemático "Definición y atribución de misiones"



1. Lectura por la BDT de la demanda de la estación LOC1 : archivo de demanda definido por medio de la IHM MISION (.req).
2. Análisis de la demanda ; creación del archivo Misión (.chk).
3. Transmisión del archivo Misión (.chk) hacia la estación ESM1 o ESM2 por medio de la estación LOC1.
4. Procesamiento del archivo Misión y ejecución.
5. Creación del archivo Resultados (.res) y/o Ocupación (.occ) al fin de la misión.
6. Transmisión de los archivos .res y .occ hacia la estación de localización, y luego lectura por la BDT.
7. Puesta al día de la BDT.

FIGURA 10 Definición y atribución de misiones

Dos casos son posibles según el modo de funcionamiento de la estación de medición:

- La estación está en modo automático: el archivo Checklist es leído y analizado.

La misión es lanzada de manera automática provisto que los recursos lo permitan; si no la misión es rechazada.

- La estación está en modo manual: el operador selecciona el archivo Checklist que contiene la misión por ejecutar, y lanzar la operación de cargar la misión.

Al fin de la misión, se genera un archivo Resultados que contiene las características de la misión y, llegado el caso, los resultados de las mediciones y el estado de los emisores (archivo de extensión .res).

Para las misiones de tipo grado de ocupación, se genera un archivo que contiene los valores de los grados de ocupación y de las precisiones relativas (archivo de extensión.occ).

Estos archivos son transmitidos por la estación de medición hacia la BDT, vía la estación de localización, y son procesados por la BDT para poner al día los datos emisores.

4.3.2.2. PRESENTACION DE LAS MISIONES

Una misión es un archivo de demanda enviado por la estación de localización a la Base de Datos Técnicos. Este archivo contiene instrucciones utilizadas para controlar la instancia relativa a una lista de emisores seleccionados en la base de datos. Los diferentes tipos de misiones son los siguientes:

a) CONTROL SISTEMÁTICO DE LOS EMISORES (CSE)

Permite comprobar que los emisores conocidos cumplen con los valores esperados, y permite conseguir datos sobre los emisores desconocidos que se ha detectado. El CSE se hace en modo vigilancia cíclica.

b) GRADO DE OCUPACIÓN POR EMISOR (GOE)

Permite determinar, con una resolución mínima de un minuto, el grado de ocupación de un emisor durante uno o varios días. El GOE se hace en modo semiautomático de vigilancia cíclica.

c) GRADO DE OCUPACIÓN POR FRECUENCIA (GOF)

Permite determinar:

- Con una resolución mínima de un minuto, el grado de ocupación de una lista de frecuencias discretas durante uno o varios días. Se hace en modo vigilancia cíclica.
- Con la resolución del paso de barrido sobre una subbanda, el grado de ocupación de una banda durante uno o varios días. Se hace en modo barrido.

Grado de ocupación por frecuencia en modo barrido:

- Grado de ocupación por frecuencia en modo barrido con mediciones (GOF BM):
Determinación del grado de ocupación de subbandas de frecuencia continua (20 subbandas como máximo), con realización de mediciones.
- Grado de ocupación por frecuencia en modo barrido rápido (GOF BR):
Determinación del grado de ocupación de subbandas de frecuencia continua, sin realización de mediciones.

Grado de ocupación por frecuencia en vigilancia cíclica:

- Grado de ocupación por frecuencia en vigilancia cíclica con mediciones (GOF VCM): Determinación del grado de ocupación de una lista de frecuencias discretas, en vigilancia cíclica, con realización de mediciones.
- Grado de ocupación por frecuencia en vigilancia cíclica rápida (GOF VCR): Determinación del grado de ocupación de una lista de frecuencias discretas, en vigilancia cíclica, sin realización de mediciones.

d) VIGILANCIA DE FRECUENCIAS ESPECÍFICAS (VFE)

Permite vigilar la actividad de las frecuencias escogidas. Se hace en modo vigilancia bloqueada.

e) BUSCAR EMISORES DESCONOCIDOS

Esta misión se utiliza para detectar la presencia de emisiones cuyo emisor de origen no aparece en la Base de Datos Técnicos.

Se hace de dos maneras:

- Sea en modo barrido: Buscar emisores desconocidos en modo barrido (BED MB),
- Sea en modo vigilancia cíclica: Buscar emisores desconocidos en vigilancia cíclica (BED VC).

La comunicación de los archivos se da a través de los siguientes medios:

- Sobre red / protocolo TCP/IP
- Sobre disquete
- Por FTP
- Por E-mail

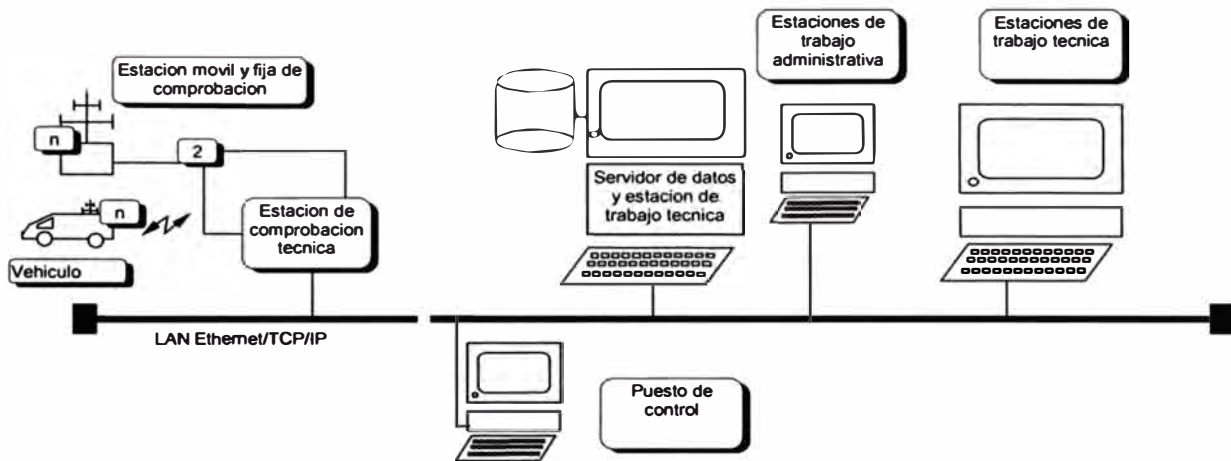


FIGURA 11 Esquema de comunicación entre los sistemas

f) MEDIDAS CORRECTIVAS

A la vista de los resultados obtenidos se tomarán las siguientes medidas:

- Empezar un procedimiento administrativo,
- Pedir un estudio complementario,
- Crear una nueva estación emisora,
- Integrar las nuevas medidas en la base.

CAPITULO V

ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS Y PROYECCIÓN DEL SISTEMA DESARROLLADO

5.1. INTRODUCCIÓN

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones de la República del Perú (MTC), tiene a su cargo la Planificación y Gestión del uso del Espectro Radioeléctrico a nivel nacional, así como las funciones relativas al Monitoreo y Control de las Emisiones Radioeléctricas producidas en todo el país.

Actualmente el MTC dispone de un Sistema de Comprobación Técnica del Espectro Radioeléctrico, desplegado en las principales ciudades del país, que permite realizar las funciones de Monitoreo, Goniometría y Localización en los rangos de frecuencias siguientes:

- De 9 kHz hasta 30 MHz (HF) Solamente Monitoreo
- De 20 MHz. hasta 3 GHz (VHF/UHF) Monitoreo, Goniometría y Localización

5.2. OBJETIVOS

- Adecuado control de las Emisiones Radioeléctricas a Nivel Nacional e

Internacional acorde con las Normas Legales vigentes establecidas a Nivel Nacional y al Reglamento Internacional de Radiocomunicaciones y Radiodifusión.

- Uso racional y óptimo del Espectro Radioeléctrico.
- Detección y Localización de Emisiones de Radio carentes de Autorización, Permiso y Licencia, por el empleo de la técnica de Radiogoniometría.
- Cooperación con Estaciones de Comprobación Técnica de Emisiones Radioeléctricas de otros países, para la identificación y ubicación de fuentes interferentes, solo en HF.
- Descentralizar la Gestión y Control del Espectro Radioeléctrico.
- Seguridad Nacional.
- Aumentar los ingresos por concepto de cobro de derechos, tasas, canon, a nuevas Estaciones de Emisiones Radioeléctricas.

5.3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA INSTALADO

La implementación del presente sistema se ha hecho mediante etapas

1ra. Etapa: LIMA:

- Una (01) Estación Central de Gestión y Comprobación Técnica del Espectro Radioeléctrico en las Bandas de V/UHF, ubicada en el Edificio Mello Franco sito en la esquina del Jr. Mello Franco N° 300 y Av. Arnaldo Márquez Cuadra. 15 en el Distrito de Jesús María – Lima.
- Tres (03) Estaciones No Atendidas de Goniometría (V/UHF) ubicadas: en Cerro San Cristóbal, Cerro Camacho y en el Hospital Daniel A. Carrión.
- Una (01) Estación Móvil de Goniometría (V/UHF) y Comprobación Técnica de

Emisiones Radioeléctricas (HF, V/UHF).

- Dos (02) Unidades Móviles de Inspección.

2da. Etapa:

- Una Estación de Comprobación Técnica del Espectro (HF) ubicada en la ciudad de Lima.
- Tres (03) Estaciones de Gestión y Comprobación Técnica del Espectro Radioeléctrico para las ciudades de Piura, Trujillo, Arequipa (HF, V/UHF).
- Tres Estaciones Móviles de Goniometría (V/UHF) y Comprobación Técnica (HF, V/UHF) en las mismas tres anteriores ciudades.

3ra. Etapa:

- Tres (03) Estaciones de Gestión y Comprobación Técnica del Espectro Radioeléctrico para las ciudades de Iquitos, Huancayo, Cusco (HF, V/UHF).
- Tres Estaciones Móviles de Goniometría (V/UHF) y Comprobación Técnica (HF, V/UHF) en las mismas tres anteriores ciudades.

5.4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PROYECTADO

Con la finalidad de extender el alcance del presente sistema se ha estimado continuar la implementación a través de las siguientes etapas, las mismas que se encuentran en proceso de evaluación.

4ta. Etapa:

- Tres (03) Estaciones de Gestión y Comprobación Técnica del Espectro Radioeléctrico para las ciudades de Chiclayo, Chimbote, Ica (HF, V/UHF).

- Tres Estaciones Móviles de Goniometría (V/UHF) y Comprobación Técnica (HF, V/UHF) en las mismas tres anteriores ciudades.
- Una (01) Estación Móvil de Goniometría (V/UHF) y Comprobación Técnica de Emisiones Radioeléctricas (HF, V/UHF) para la ciudad de Lima

5ta. Etapa:

- Tres (03) Estaciones de Gestión y Comprobación Técnica del Espectro Radioeléctrico para las ciudades de Tumbes, Tacna y Juliaca. (HF, V/UHF).
- Tres Estaciones Móviles de Goniometría (V/UHF) y Comprobación Técnica (HF, V/UHF) en las mismas tres anteriores ciudades.
- Dos (02) Estaciones No Atendidas de Goniometría (V/UHF) ubicadas en las ciudades de Arequipa y Trujillo.

6ta. Etapa:

- Cinco (05) Estaciones de Goniometría en la banda de HF, localizadas en los departamentos de Loreto, Piura, Lima, Arequipa y Cusco, lo que será el Sistema de Goniometría en la banda de HF a Nivel Nacional.

Al término del Proyecto, se logrará disponer de un Sistema Nacional de Gestión y Comprobación Técnica del Espectro Radioeléctrico, en las bandas de frecuencias de HF, VHF, UHF y SHF que abarque las ciudades más importantes del país con lo cual se tendría una descentralización de las funciones de la Dirección General de Telecomunicaciones. El Equipamiento y servicios se caracterizan por ser de tecnología de punta, lo cual representa su alto costo y prolongada duración en su

implementación.

5.4.1. RED DE COMPROBACIÓN Y GONIOMETRÍA EN LAS BANDAS V/UHF (ETAPAS 4 Y 5)

Las especificaciones correspondientes a estas estaciones son las mismas que las de las estaciones instaladas en anteriores etapas del Proyecto.

5.4.2. RED DE GONIOMETRÍA EN LA BANDA HF (ETAPA 6)

Existe en la actualidad una gran cantidad de Estaciones de Radiocomunicación en la Banda de HF (9kHz hasta 30 MHz) funcionando sin autorización y desconociéndose su ubicación escapando así al control de las emisiones radioeléctricas en dicha banda, esta situación evidencia las limitaciones e insuficiencias del actual Sistema instalado para lograr una eficiente Gestión y Control del Espectro Radioeléctrico en dicha banda por la Administración en el Perú.

Con la finalidad de que el MTC cumpla a cabalidad con sus funciones de Control de las emisiones radioeléctricas en todas las bandas que producen Emisiones Radioeléctricas en el Perú, las autoridades del gobierno han visto la necesidad de que el MTC, disponga de los equipos necesarios para desplegar la infraestructura técnica adecuada que complete el actual Sistema de Gestión y Comprobación Técnica del Espectro, para las funciones de Goniometría y Localización en la banda de HF.

En virtud de lo indicado en el párrafo anterior, el MTC se dispone a instalar un Sistema Nacional de Goniometría y Localización en la banda de HF, que deberá contar con Puestos administrativos y Estaciones de Goniometría a ubicarse en los departamentos de Lima, Arequipa, Cusco, Piura y Loreto. Esta ampliación

corresponde a la Sexta Etapa del despliegue del actual Sistema, durante la cual se contempla el diseño, adquisición, instalación, capacitación, mantenimiento y puesta en servicio de los equipos y software necesarios en los departamentos señalados.

El Sistema de Radiolocalización en la Banda de HF será integrado al Sistema existente compuesto por:

- Un Sistema de Gestión del Espectro Radioeléctrico que permite la administración de la base de datos, planificación del espectro radioeléctrico, asignación de frecuencias, emisión de licencias, recaudación de ingresos y la homologación de equipos, etc. Con el servidor de Base de Datos, y puestos administrativos y técnicos instalados en la ciudad de Lima.
- Un Sistema de Comprobación Técnica del Espectro Radioeléctrico que realiza la comprobación técnica de las emisiones radioeléctricas, posibilita la detección de interferencias radioeléctricas y la ubicación geográfica de las estaciones que la producen así como la ubicación de estaciones radioeléctricas no autorizadas. Según los siguientes rangos:

Radiomonitorio fijo de 9 kHz a 30 MHz.

Radiomonitorio fijo de 20 MHz a 3 GHz.

Radiolocalización fija de 20 MHz a 3 GHz.

Radiolocalización no atendido de 20 MHz a 3 GHz.

Radiomonitorio móvil de 9 kHz a 30 MHz.

Radiomonitorio móvil de 20 MHz a 3 GHz.

Radiolocalización móvil de 20 MHz a 3 GHz.

Se ha considerado la siguiente estructura básica del Sistema de Radiolocalización en la Banda de HF a Nivel Nacional:

- Cinco (05) Puestos Administrativos del Sistema de Gestión Ellipse, se estima que estas funcionalidades pueden ser cubiertas por algún otro desarrollo que permita acceso a la Base de datos Regional y/o de Lima.
- Cinco (05) Estaciones de Goniometría a ubicarse en los departamentos de: Lima, Arequipa, Cusco, Piura y Loreto.

Los Puestos administrativos del Sistema de Gestión ELLIPSE deberán cumplir como mínimo lo siguiente:

- El software ELLIPSE será de la misma versión que la última instalada en los puestos administrativos en la ciudad de Lima.
- Poseer las mismas capacidades de operación que cualquier puesto administrativo instalado en la ciudad de Lima.
- Generará los mismos reportes de los que es capaz cualquier puesto administrativo.
- Poseerá un sistema de comunicación que permitirá la transferencia de voz y datos desde y hacia cualquier Estación del Sistema Nacional en tiempo real.

Las estaciones de goniometría deberán cumplir:

- El Sistema deberá realizar todas las funciones de Radiolocalización de acuerdo a las últimas recomendaciones que al respecto haya dictado la UIT para la Región II.

- El Sistema de Radiolocalización deberá ser de última tecnología con un alto grado de automatización.
- Las Estaciones de Goniometría deberán poder operar en forma autónoma local y remotamente.
- El Sistema de Radiolocalización deberá ser integrado al Sistema Nacional de Gestión y Comprobación del Espectro Radioeléctrico actualmente instalado en el Perú.
- El Sistema de Radiolocalización contará con una base de datos de información geográfica digitalizada a una escala de 1 / 25,000 que incluye todo el país, con una precisión altimétrica de 10 metros.
- El Sistema de Radiolocalización deberá contar con los siguientes subsistemas:
 - a) Radiolocalización fija desde los 300 kHz hasta los 30 MHz.
 - b) Centro de Control de Radiolocalización.
 - c) Subsistema de Comunicación.
- El Sistema deberá operar en forma continua.
- En cada Estación de Goniometría se realizará por lo menos las siguientes funciones:
 - a) Determinar el acimut de un transmisor radioeléctrico.
 - b) Determinar la ubicación de un transmisor radioeléctrico.
 - c) Determinar la ubicación de una fuente de perturbaciones radioeléctricas.
- El Sistema deberá ser capaz de analizar las emisiones de los diferentes servicios y efectuar las funciones mencionadas.

Se tendrá también un Centro de Control del Sistema de Radiolocalización en la Banda de HF a Nivel Nacional, cuya finalidad es la de establecer una red que permita la operación integral del Sistema, posibilite el acceso a la información y al control de las funciones de los equipos desde cualquier parte del Sistema.

El Centro de Control realizará las siguientes funciones de supervisión y control de las Estaciones de Goniometría y estará ubicado en el edificio Mello Franco en la ciudad de Lima:

- Vigilar el funcionamiento de todas las Estaciones de Goniometría.
- Vigilar el estado de comandos de medición dados a la Estación.
- Administrar la red comunicaciones para la transferencia información.
- Generar informes del estado de operación del Sistema.
- Mantener un registro del estado de las tareas asignadas a la Estación.
- Mantener un registro del estado del sistema de comunicaciones y sus canales.
- Transferir ordenes o solicitudes desde y hacia las Estaciones de Goniometría.
- Comunicarse directamente con cada una de las Estaciones de Goniometría.
- Controlar cualquier Estación de Goniometría para obtener datos que permitan efectuar la localización de una estación transmisora.
- Transferir los resultados de la localización para integrarlos a la base de datos.

5.5. SISTEMA DE ACOTACIONES Y CUENTAS POR COBRAR

Adicionalmente se viene ejecutando un Proyecto que permitirá la descentralización de pagos de los servicios de Telecomunicaciones a nivel nacional los mismos que se efectuaran a través de la Banca y haciendo uso de pagos electrónicos.

CONCLUSIONES

1. Los servicios de telecomunicaciones en sus diferentes tipos y modalidades, vienen experimentando un crecimiento cuantitativo y acelerado que hace que la capacidad de las Estaciones de Control se haga limitada. Esta situación obliga la necesidad de continuar con un programa de implementación de Estaciones de Gestión y Control del Espectro Radioeléctrico a nivel Nacional que posibiliten la descentralización de la actividad importante de Gestión y Control del Espectro Radioeléctrico.
2. La implementación de Estaciones de Gestión y Control del Espectro Radioeléctrico, permitirán la identificación, detección y ubicación de Estaciones Clandestinas; para posteriormente proceder de acuerdo a los dispositivos de sanción que acuerda la Ley de Telecomunicaciones.
3. La implementación y Puesta en marcha del Sistema de Gestión y Comprobación Técnica del Espectro incrementarán los ingresos por concepto de cobro de derechos, tasas, canon, a nuevas Estaciones de Emisiones Radioeléctricas. Del mismo modo se generarán puestos técnicos de trabajo, para personal

especializado en telecomunicaciones en las ciudades en las ciudades de Lima, Iquitos, Piura, Trujillo, Huancayo, Arequipa, Cusco, Tumbes, Chiclayo, Chimbote, Ica, Tacna y Juliaca contempladas en el Proyecto. El hecho de contar con estaciones regionales permitirá mejorar los tiempos de atención de solicitudes de inspecciones técnicas, quejas de interferencia, etc., en provincias.

4. Al asignar frecuencias radioeléctricas de una manera eficiente se permitirá el uso racional y óptimo del Espectro Radioeléctrico por parte de los usuarios.

5. Se deben aplicar políticas de orientación al usuario de servicios de telecomunicaciones antes que sanciones. Muchas veces el usuario resulta siendo ilegal por desconocimiento de las leyes y reglamentos vigentes. El hecho de contar con los mecanismos técnicos necesarios, para la localización del operador, es un primer paso muy importante.

6. Al contar con un sistema de gestión se puede realizar reordenamiento de frecuencias, para aquellas estaciones que se encuentren autorizadas fuera de la canalización existente. Este procedimiento se puede aplicar al momento que el usuario requiera una modificación de datos técnicos o la renovación de su autorización.

BIBLIOGRAFÍA

1. Unión Internacional de Telecomunicaciones “Reglamento de Radiocomunicaciones”, 1998.
2. Unión Internacional de Telecomunicaciones “Manual de Comprobación Técnica del Espectro”, 1996.
3. Unión Internacional de Telecomunicaciones “Manual de Gestión Nacional del Espectro”, 1996.
4. THOMSON - CSF COMMUNICATIONS, “Manuales del Radiogoniómetro TRC 8050”.
5. CRIL TECHNOLOGIES, “Documentación ELLIPSE V 5.9”, 2001.
6. “Texto Único Ordenado de la Ley de Telecomunicaciones”, Decreto Supremo N° 013-93-TCC, 28.04.1993.
7. “Reglamento General de la Ley de Telecomunicaciones”, Decreto Supremo N° 006-94-TCC, 11.02.1994.
8. “Plan Nacional de Atribución de Frecuencias”, Resolución Ministerial N° 250-97-MTC, 17.06.1997.