

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Recomendación UIT-R SM.1392-2
(02/2011)

**Requisitos esenciales para una estación
de comprobación técnica del espectro
para países en desarrollo**

Serie SM
Gestión del espectro



Prólogo

El Sector de Radiocomunicaciones tiene como cometido garantizar la utilización racional, equitativa, eficaz y económica del espectro de frecuencias radioeléctricas por todos los servicios de radiocomunicaciones, incluidos los servicios por satélite, y realizar, sin limitación de gamas de frecuencias, estudios que sirvan de base para la adopción de las Recomendaciones UIT-R.

Las Conferencias Mundiales y Regionales de Radiocomunicaciones y las Asambleas de Radiocomunicaciones, con la colaboración de las Comisiones de Estudio, cumplen las funciones reglamentarias y políticas del Sector de Radiocomunicaciones.

Política sobre Derechos de Propiedad Intelectual (IPR)

La política del UIT-R sobre Derechos de Propiedad Intelectual se describe en la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI a la que se hace referencia en el Anexo 1 a la Resolución UIT-R 1. Los formularios que deben utilizarse en la declaración sobre patentes y utilización de patentes por los titulares de las mismas figuran en la dirección web <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/es>, donde también aparecen las Directrices para la implementación de la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI y la base de datos sobre información de patentes del UIT-R sobre este asunto.

Series de las Recomendaciones UIT-R

(También disponible en línea en <http://www.itu.int/publ/R-REC/es>)

Series	Título
BO	Distribución por satélite
BR	Registro para producción, archivo y reproducción; películas en televisión
BS	Servicio de radiodifusión sonora
BT	Servicio de radiodifusión (televisión)
F	Servicio fijo
M	Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos
P	Propagación de las ondas radioeléctricas
RA	Radio astronomía
RS	Sistemas de detección a distancia
S	Servicio fijo por satélite
SA	Aplicaciones espaciales y meteorología
SF	Compartición de frecuencias y coordinación entre los sistemas del servicio fijo por satélite y del servicio fijo
SM	Gestión del espectro
SNG	Periodismo electrónico por satélite
TF	Emisiones de frecuencias patrón y señales horarias
V	Vocabulario y cuestiones afines

Nota: Esta Recomendación UIT-R fue aprobada en inglés conforme al procedimiento detallado en la Resolución UIT-R 1.

Publicación electrónica
Ginebra, 2011

© UIT 2011

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

RECOMENDACIÓN UIT-R SM.1392-2

Requisitos esenciales para una estación de comprobación técnica del espectro para países en desarrollo

(1999-2000-2011)

Cometido

La situación específica de los países en desarrollo, especialmente las limitaciones presupuestarias, exige una cuidadosa planificación del sistema nacional de gestión del espectro. Esta Recomendación proporciona algunas orientaciones al respecto.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que la utilización creciente de los servicios de radiocomunicación en los países en desarrollo precisa una utilización más eficaz del espectro radioeléctrico;
- b) que la comprobación técnica del espectro es una importante herramienta para la gestión de frecuencias en general y para verificar la utilización eficaz del espectro radioeléctrico, en particular;
- c) que los sistemas de comprobación técnica del espectro a menudo constituyen la parte más costosa del sistema nacional de gestión del espectro cuya óptima realización, incluida la interconexión, tiene una importante repercusión económica;
- d) que los equipos de comprobación técnica del espectro son cada vez más sofisticados, ofreciendo cada vez más funciones, y su adecuado funcionamiento exige la disponibilidad de personal profesional altamente cualificado, así como la disponibilidad igualmente de la infraestructura necesaria para realizar las pruebas, calibración y mantenimiento de los equipos, incluidas las antenas;
- e) que la Recomendación UIT-R SM.1050 define las tareas de un servicio de comprobación técnica;
- f) que es necesario especificar los requisitos mínimos para los sistemas de comprobación técnica de los países en desarrollo, de forma que estos sistemas puedan llevar a cabo sus tareas de gestión nacional del espectro y puedan formar parte del sistema de comprobación técnica internacional de las emisiones,

observando

la revisión del Manual de la UIT sobre Comprobación Técnica del Espectro, aprobado en 2010,

recomienda

que los sistemas de comprobación técnica en los países en desarrollo se diseñen de forma que satisfagan los requisitos descritos en el Anexo 1 para llevar a cabo las tareas establecidas en la Recomendación UIT-R SM.1050, pero adaptadas a las necesidades nacionales.

Anexo 1

1 Introducción

En principio, las estaciones de comprobación técnica radioeléctrica de los países en desarrollo y de los países desarrollados cumplen las mismas tareas y, por tanto, tienen los mismos requisitos. Sin embargo, la diferencia en cuanto a presupuesto y mano de obra disponibles puede ser muy notable. Por tanto, es esencial minimizar esa diferencia mediante una planificación y diseño cuidadosos.

El objeto de la presente Recomendación es proporcionar algunas orientaciones sobre la forma de establecer un sistema de comprobación técnica del espectro con arreglo a los escasos recursos disponibles.

2 Tareas

2.1 Tareas generales

El servicio de comprobación técnica radioeléctrica debe llevar a cabo cuatro tareas fundamentales, que se derivan de lo dispuesto en el Reglamento de Radiocomunicaciones (RR):

- comprobación técnica de las emisiones para verificar el cumplimiento de las disposiciones relativas a las asignaciones de frecuencia;
- observaciones sobre la banda de frecuencia y mediciones de la ocupación de canal;
- investigación de los casos de interferencia perjudicial;
- identificación y eliminación de las emisiones ilegales.

En la Recomendación UIT-R SM.1050 aparecen más especificaciones al respecto.

Los Capítulos 1 y 2 del Manual de la UIT sobre Comprobación Técnica del Espectro aprobado en 2010 (en adelante «El Manual») indican una lista de tareas adicionales, tales como inspección *in situ* de las estaciones de radiocomunicaciones, que pueden asignarse al servicio de comprobación técnica radioeléctrica.

2.2 Tareas de medición

Un detenido examen de estas tareas generales conduce al establecimiento de tareas de medición específicas que figuran en la Recomendación UIT-R SM.1050 y en el Capítulo 2 del Manual, por ejemplo:

- mediciones de las frecuencias;
- mediciones de la intensidad de campo y de la densidad de flujo de potencia;
- mediciones de la anchura de banda;
- mediciones de la modulación;
- mediciones de la ocupación del espectro;
- análisis de la señal e identificación del transmisor;
- radiogoniometría y determinación del emplazamiento.

El Capítulo 4 del Manual proporciona información detallada sobre las mediciones de estos parámetros básicos. El Capítulo 5 el Manual presenta sistemas y procedimientos más específicos de comprobación técnica.

3 Alcance del sistema de comprobación técnica radioeléctrica

Teniendo en cuenta los presupuestos limitados así como ciertos requisitos, debe restringirse el alcance del sistema de comprobación técnica. A tal efecto, debe responderse en primer lugar a algunas cuestiones, tales como:

- ¿Qué cabe esperar en concreto de un sistema de comprobación técnica radioeléctrica?
- ¿Qué campos de actividades revisten interés para el gran público y desde el punto de vista político o comercial?
- ¿Cuál es la gama de frecuencias de interés?
- ¿Qué servicios de radiocomunicaciones es fundamental someter a comprobación técnica?
- ¿En qué regiones del país es esencial proporcionar comprobación técnica dado el estado actual de desarrollo económico del país y en qué medida deben cubrirse mediante la comprobación técnica?
- ¿Cuáles son las consecuencias de no contemplar una gama de frecuencias, un servicio de radiocomunicaciones, una tarea concreta o una región del territorio?
- ¿Se cuenta con suficiente personal altamente profesional y capacitado para llevar a cabo estas tareas?
- ¿Se dispone de la necesaria infraestructura para las pruebas, calibración y mantenimiento de los equipos, incluidas las antenas?
- ¿Es necesario el intercambio de datos entre las estaciones de comprobación técnica y los centros de comprobación técnica y, de ser así, se dispone de la infraestructura necesaria?
- ¿Existe alguna otra institución que pueda llevar a cabo alguna de estas tareas?

Como estas cuestiones están interrelacionadas y no pueden responderse de forma independiente, deben considerarse en relación con los temas operacionales. Las cuestiones resultantes serían, por ejemplo:

- ¿Es preciso comprobar las redes de telefonía móvil públicas y medir su cobertura radioeléctrica o puede asignarse esta tarea al operador de la red?
- ¿Justifica el número de licencias concedidas para enlaces fijo la adquisición de equipos especiales para realizar mediciones en frecuencias de hasta 40 GHz o incluso superiores?
- ¿Qué servicios de radiocomunicaciones resultan más afectados por la interferencia o por la explotación ilegal y en qué regiones del territorio están ubicados?

4 Planificación del sistema de comprobación técnica radioeléctrica

Tras responder a las anteriores cuestiones pueden determinarse los sistemas de comprobación técnica necesarios así como la infraestructura que se precisa, basándose en los recursos financieros disponibles. A este respecto, deberá prestarse especial atención al número necesario de estaciones de comprobación técnica y al emplazamiento y control remoto de dichas estaciones.

La Sección 6.8 del Manual ofrece orientaciones sobre la planificación y optimización de las redes de comprobación técnica del espectro en el contexto de la cobertura de comprobación técnica.

En la Sección 2.6 del Manual figuran los requisitos de los emplazamientos y las medidas de protección medioambiental de las estaciones de comprobación técnica. Debe entenderse que la ubicación de una estación de comprobación técnica es una etapa muy importante dado que puede que no sea fácil encontrar lugares disponibles y apropiados.

La Sección 2.5 del Manual proporciona detalles sobre el control remoto de las estaciones de comprobación técnica. Deben estudiarse detenidamente los medios de conexión entre los diferentes emplazamientos de la estación de comprobación técnica y también entre estos emplazamientos y el centro de control principal.

El Anexo 1 al Manual da orientaciones sobre la planificación del sistema de comprobación técnica en relación a los equipos y al procedimiento de licitación pertinente.

5 Equipos

Básicamente, todas las estaciones de comprobación técnica radioeléctrica se componen de antenas, receptores o analizadores, radiogoniómetros y equipos de análisis y/o registro de la señal. Los equipos modernos ofrecen un alto nivel de automatización y una sola unidad puede llevar a cabo varias funciones. Por ejemplo, un receptor podría incluir una función de radiogoniometría. A veces es posible mejorar estas funciones posteriormente.

No obstante, se necesita un PC externo o un ordenador personal portátil para el control automatizado o a distancia de los equipos y para documentar los resultados.

5.1 Antenas

Es indispensable utilizar antenas adecuadas para todas las gamas de frecuencia que van a comprobarse. Las antenas pueden ser de varios tipos, por ejemplo:

- antenas pasivas/activas;
- antenas de alta/baja ganancia;
- antenas apropiadas para su utilización fija/móvil/transportable;
- antenas directivas/omnidireccionales/de radiogoniometría.

Los diversos tipos de antenas presentan diferentes ventajas e inconvenientes inherentes a cada uno de esos tipos, dependiendo de la aplicación individual. Para las mediciones de intensidad de campo debe conocerse el factor de antena dependiente de la frecuencia de la antena (factor k).

En el Capítulo 3 del Manual aparece amplia información sobre las antenas. La Sección 2.6 del Manual discute los criterios de elección del emplazamiento y las medidas necesarias para proteger la antena.

5.2 Receptores y analizadores

Los receptores y los analizadores de espectro son herramientas indispensables para todos los servicios de comprobación técnica radioeléctrica. La diferencia básica radica en que los receptores normalmente ofrecen preselección en el extremo frontal de RF y están diseñados para realizar la demodulación, mientras que los analizadores de espectro han sido diseñados para mostrar las características espectrales del espectro de radiofrecuencias.

Las mediciones de los servicios de radiocomunicaciones analógicas, incluidas las mediciones de la desviación de frecuencia y la potencia múltiple de una señal de radiodifusión en FM, por ejemplo, deben efectuarse con un receptor. Las mediciones de intensidad de campo también se llevan a cabo mediante receptores. Las mediciones de parámetros tales como frecuencia y anchura de banda también pueden realizarse mediante un analizador de espectro. Igualmente pueden emplearse analizadores para medir las señales con modulación digital o para detectar fuentes de interferencia desconocidas.

Los receptores modernos pueden incluir algunas características que normalmente cabe esperar de un analizador de espectro. A su vez, un analizador de espectro funcionando en modo intervalo cero puede ofrecer algunas funciones de receptor.

Por otro lado, el análisis mediante FFT en los receptores y en los analizadores de espectro ya es asequible y debe ser la opción preferida. No es necesariamente más costoso que los análisis de barrido convencionales. Con relación a las especificaciones del receptor, puede consultarse el Capítulo 3 del Manual así como las Recomendaciones UIT-R SM.1836, UIT-R SM.1837, UIT-R SM.1838, UIT-R SM.1839 y UIT-R SM.1840 y el Informe UIT-R SM.2125.

Las Recomendaciones UIT-R SM.377 y UIT-R SM.443 y las Secciones 4.2 y 4.5 del Manual describen detalladamente las mediciones de frecuencia y de anchura de banda.

En la Recomendación UIT-R SM.378 y en la Sección 4.4 del Manual aparecen detalles sobre mediciones de intensidad de campo y de densidad de flujo de potencia. Las mediciones de intensidad de campo a lo largo de una carretera con registros de las coordenadas geográficas, información importante para determinar la zona de cobertura de las radiocomunicaciones, figura en la Recomendación UIT-R SM.1875 y en la Sección 4.11 del Manual se presentan otras consideraciones relativas a las mediciones de la cobertura. La Recomendación UIT-R SM.1708 detalla las mediciones de cobertura que se aplican a la radiodifusión de TV digital.

5.3 Radiogoniometría y determinación del emplazamiento

Los radiogoniómetros son probablemente las herramientas más eficaces para localizar las fuentes de interferencia perjudicial y descubrir transmisores no autorizados. Al mismo tiempo, han menudo constituyen una de las herramientas más costosas del servicio de comprobación técnica radioeléctrica.

El mantenimiento de un presupuesto requiere una cuidadosa planificación de los emplazamientos fijos de radiogoniometría a fin de minimizar su número proporcionando al mismo tiempo la adecuada cobertura de emplazamientos y precisión. La Sección 6.8 del Manual ofrece directrices útiles al respecto. La instalación temporal de estaciones de radiogoniometría transportables también puede considerarse que amplía la cobertura.

La planificación de equipos de radiogoniometría fijos, móviles y transportables exige considerar previamente el objetivo que se pretende. Esto tiene una influencia sobre las especificaciones; por ejemplo, la gama de frecuencias requerida y la mínima duración de la señal. También cabe señalar que los radiogoniómetros móviles son especialmente útiles para la radiorrecalada, mientras que para determinar los emplazamientos de los transmisores es más adecuado utilizar estaciones de radiogoniometría fijas o transportables. Con objeto de localizar un transmisor ilegal o interferente, es necesario emplear una estación de comprobación técnica móvil. También puede considerarse la utilidad de emplear receptores de radiorrecalada para algunas aplicaciones. A fin de aumentar la fiabilidad del emplazamiento en frecuencias superiores a 30 MHz normalmente es preciso utilizar varias estaciones de radiogoniometría para efectuar el procedimiento de triangulación. Para frecuencias por debajo de 30 MHz, debe utilizarse la técnica de localización mediante una sola estación (SSL).

Ejemplo de consideraciones de limitación de la radiogoniometría: La aparición de enlaces fijos a 26 GHz y de aplicaciones de datos a alta velocidad no justificaría la adquisición de radiogoniómetros para esa banda de frecuencias o para especificar la mínima duración de la señal muy baja.

Antes de tomar cualquier decisión al respecto, debe consultarse detenidamente la Sección 4.7 del Manual.

5.4 Equipos para medir la ocupación y equipos de registro

La ocupación de canal y la utilización de la banda, en general, es información útil para la gestión del espectro. Los dispositivos de registro espectral especializados facilitan la realización de mediciones simultáneas de varias bandas, pero exigen una gran capacidad de almacenamiento. A veces, pueden reducirse los requisitos de los equipos, por ejemplo, disminuyendo el tiempo de registro, limitando la gama a observar o incrementando el periodo necesario de repetición de medición de una frecuencia. En esas circunstancias, debe considerarse la utilización de un moderno receptor de FFT que facilite la presentación de espectrogramas y las mediciones de ocupación sin que sean necesarios equipos adicionales. En muchos casos, también pueden utilizarse los receptores de comprobación técnica o los analizadores de espectro normalizados junto con un software ejecutable en un ordenador que controle los equipos y almacene los datos. La Sección 4.10 del Manual constituye la base teórica para la realización de las mediciones correspondientes.

5.5 Equipos para las mediciones de modulación

Los receptores normalizados de comprobación técnica ya proporcionan algunas capacidades de demodulación analógica y/o digital y una salida en FI para análisis posterior. Depende en gran medida de los resultados de los análisis realizados de conformidad con el § 2 anterior el que se necesiten o no analizadores de modulación específicos. En la Sección 4.6 del Manual figura información detallada sobre las mediciones de la modulación.

5.6 Equipos de identificación y decodificación

La identificación de una señal radioeléctrica es una de las tareas más difíciles de un servicio de comprobación técnica de las emisiones. La Recomendación UIT-R SM.1052 indica algunos requisitos relativos a la identificación automática de las estaciones de radiocomunicaciones en la banda de ondas decamétricas. En la Sección 4.8 del Manual aparece una discusión más detallada del análisis de la señal y la identificación del transmisor.

6 Estaciones de comprobación técnica fijas y estaciones de comprobación técnica móviles y transportables

Las estaciones de comprobación técnica móviles son indispensables para llevar a cabo las tareas de comprobación técnica real, en particular para identificar fuentes de interferencia perjudicial y transmisores no autorizados. El número de vehículos puede venir limitado por varios factores. El presupuesto normalmente es el más importante de estos factores. Ello a su vez requiere el diseño y adquisición de vehículos de comprobación técnica polivalentes en vez de vehículos especiales, cuando sea posible. Sin embargo, los límites en el tamaño del vehículo y en la carga útil exigen llegar a una solución de compromiso.

La comprobación técnica que utiliza antenas de más de 10 m es difícil de realizar en estaciones móviles, por consiguiente, en esos casos se emplean normalmente estaciones fijas o transportables. Un servicio de comprobación técnica radioeléctrica necesita un edificio con oficinas, una sala de almacenamiento y un taller de reparación. A veces, pueden instalarse unas pocas antenas en el tejado. No obstante, en la mayoría de los casos será más adecuado utilizar mástiles de antena separados.

El Capítulo 2 del Manual presenta varios tipos de estaciones de comprobación técnica, incluidas las estaciones móviles.

7 Software e interfaces

Además del software de oficina normalizado que comprende procesamiento de texto y programas de hoja de cálculo, un servicio de comprobación técnica necesita software adicional especializado para los equipos de medición. Este software automatiza los procedimientos de medición rutinarios y repetitivos, puede informar o alertar al operador cuando se satisfacen unos criterios específicos y proporciona otras características que ayudan al operador a comprender el tipo de señales y de interferencia que se está supervisando (en la Sección 3.6.2 del Manual aparecen ejemplos al respecto). Además, es muy importante que el servicio de comprobación técnica tenga acceso a la base de datos completa de las licencias para poder comparar con los resultados de la comprobación técnica, detectar las posibles violaciones de la licencia e identificar a los transmisores sin licencia.

Tal acceso permite la automatización e integración de los sistemas de comprobación técnica del espectro en la gestión del espectro automatizada (Recomendación UIT-R SM.1537).

8 Organización

Los presupuestos limitados normalmente van acompañados de una escasez de personal. Ello exige una capacitación muy amplia del personal y una jerarquía horizontal. En algunas administraciones, el personal dedicado a la comprobación técnica del espectro debe llevar a cabo igualmente las tareas de gestión del espectro y de inspección radioeléctrica. Varias secciones del Capítulo 2 y del Anexo 1 del Manual abordan la estructura y organización de un servicio de comprobación técnica del espectro y la capacitación del personal, porque son elementos esenciales que repercuten en la eficacia del funcionamiento de todo el sistema. Lo mismo cabe decir de la infraestructura necesaria para realizar la reparación, sintonización, calibración, pruebas y mantenimiento de los equipos, incluidas las antenas.
