

RECOMENDACIÓN UIT-R SM.1266*, **

SISTEMAS ADAPTABLES EN LAS BANDAS DE ONDAS HECTOMÉTRICAS/DECAMÉTRICAS

(1997)

Alcance

En esta Recomendación se facilitan orientaciones para los sistemas adaptables en las bandas de ondas hectométricas/decamétricas teniendo en cuenta los beneficios técnicos de los sistemas y el aspecto reglamentario de los sistemas.

Palabras clave

Sistemas adaptables en las bandas de ondas hectométricas/decamétricas, procesamiento digital de las señales, entorno reglamentario

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que en los últimos años se han desarrollado sistemas adaptables en las bandas de ondas hectométricas y decamétricas que seleccionan automáticamente el canal óptimo entre un grupo de canales predeterminado;
- b) que las frecuencias en las bandas de ondas hectométricas/decamétricas se utilizan ampliamente;
- c) que la Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones para examinar la atribución de frecuencias en ciertas partes del espectro (Málaga-Torremolinos, 1992) (CAMR-92) atribuyó más espectro al servicio de radiodifusión en ondas decamétricas reduciendo al mismo tiempo el espectro disponible para los servicios fijo y móvil, que necesitan una mejor utilización de las frecuencias asignadas a estos servicios;
- d) que en las bandas de ondas hectométricas/decamétricas el tráfico vocal se está sustituyendo progresivamente por el tráfico de datos, que suele necesitar un canal de calidad superior durante breves periodos de tiempo;
- e) que el empleo de sistemas adaptables, que liberan un canal de radiofrecuencia en ausencia de tráfico, mejorará la utilización eficaz del espectro al permitir la compartición de frecuencias;
- f) que la utilización de sistemas adaptables, que realizan comprobaciones técnicas de las condiciones de propagación en tiempo real y liberan el canal a otros usuarios en condiciones de propagación que varían en el tiempo, aumentará el uso eficaz del espectro;
- g) que aunque el actual Reglamento de Radiocomunicaciones (RR) no excluye el funcionamiento de sistemas adaptables en ondas hectométricas/decamétricas, todas las ventajas asociadas a los sistemas de este tipo existentes y previstos pueden mejorarse mediante un entorno reglamentario más flexible, lo cual exige la finalización de los estudios y simulaciones en curso,

reconociendo

- a) que las ventajas de los sistemas adaptables en ondas hectométricas/decamétricas aumentarán al tener acceso a un número de canales cada vez mayor,

recomienda

- 1** que las administraciones fomenten la utilización de los sistemas adaptables;
- 2** que se examine la información relativa a los sistemas adaptables que figura en el Anexo 1 cuando se planifiquen nuevos sistemas de comunicaciones en ondas hectométricas/decamétricas y se propongan modificaciones de las políticas reglamentarias y de concesión de licencias para los nuevos sistemas de comunicaciones en ondas hectométricas/decamétricas;

* Esta Recomendación debe señalarse a la atención de las Comisiones de Estudio 4 y 5 de Radiocomunicaciones y del Comité Especial.

** La Comisión de Estudio 1 de Radiocomunicaciones introdujo algunas modificaciones redaccionales en esta Recomendación en 2018 y 2019, de conformidad con la Resolución UIT-R 1

3 que las administraciones sigan aplicando los procedimientos de gestión del espectro actuales en las bandas de ondas hectométricas/decamétricas, aunque deben considerarse enfoques más flexibles basados en los resultados de los estudios mencionados en el § g).

ANEXO 1

Sistemas adaptables en las bandas de ondas hectométricas/decamétricas

1 Tecnologías de los sistemas adaptables en la banda de ondas hectométricas/decamétricas

1.1 Introducción

La aparición de una nueva tecnología de componentes, el procesamiento digital de las señales digitales y la automatización han dado lugar a una reconsideración de los conceptos utilizados en los sistemas en ondas hectométricas y decamétricas. Las radiocomunicaciones en las bandas de ondas hectométricas/decamétricas están sujetas a una amplia gama de variaciones en el canal, incluidas las variaciones temporales y espaciales conocidas de las características de propagación y a los cambios dependientes del tiempo en el entorno de ruido y de interferencia, y muchas de estas variaciones son imprevisibles. El operador humano, instruido en la naturaleza de la variabilidad de propagación, debe adoptar decisiones importantes en un momento dado respecto de la utilización adecuada de las frecuencias autorizadas, a menudo con la ayuda de un modelo de predicción estático.

Se han ideado soluciones técnicas para aligerar las tareas del operador teniendo en cuenta la variabilidad de las condiciones de propagación. Entre estas soluciones figuran la ecualización adaptable del canal, la velocidad adaptable de transmisión de datos, la gestión de potencia adaptable y la aplicación adaptable de trayectos de propagación y de otros recursos basados en el sondeo en tiempo real o en el sondeo de canal. Aunque las administraciones han elaborado y puesto en funcionamiento varios sistemas que utilizan distintos enfoques para fines oficiales y comerciales, todos ellos tienen un elemento en común. Son sensibles a los cambios variables en el tiempo que se producen en el canal de propagación en las bandas de ondas hectométricas/decamétricas, incluidos la señal, el ruido y la interferencia. A continuación se exponen algunas consideraciones que contribuyen a definir el concepto de sistemas adaptables en las bandas de ondas hectométricas/decamétricas.

1.2 Características de los sistemas adaptables en las bandas de ondas hectométricas/ decamétricas

Un sistema adaptable utiliza información en tiempo real sobre el entorno de canal y sus variaciones y realiza las compensaciones necesarias para optimizar el comportamiento; estos sistemas adaptan los parámetros del equipo a las condiciones de canal existentes, de manera eficiente y óptima. Como el estado del entorno varía con el tiempo, el sistema debe actualizar el proceso de adaptación periódicamente o incluso continuamente. La velocidad de actualización depende en última instancia de la sensibilidad de la calidad de funcionamiento a la variación de los parámetros. Los sistemas adaptables en las bandas de ondas hectométricas/decamétricas utilizan una cierta variedad de métodos de evaluación de canal en tiempo real (RTCE – real-time channel-evaluation).

Los tipos de adaptación que se utilizan en los sistemas en las bandas de ondas hectométricas/decamétricas dependen del nivel de comunicación: transmisión, enlace, red o sistema. Los atributos asociados a cada nivel figuran en el Cuadro 1. Los métodos RTCE pueden utilizarse y explotarse a todos los niveles para facilitar los atributos especificados. La forma más común de estos métodos reside al nivel de enlace.

Los niveles más bajos de adaptabilidad pueden implicar diversos esquemas de procesamiento de señales, como la ecualización de canal, métodos que pueden hacerse adaptables utilizando sondeo o medios más eficaces para conocer el comportamiento del canal. Entre otros esquemas de bajo nivel figuran los métodos que implican una realimentación de la calidad de señal o de la proporción de bits erróneos. A niveles más elevados de adaptabilidad es necesario adoptar decisiones relativas a la red de comunicaciones y cuestiones como la compartición y la reutilización de frecuencias adquieren importancia.

Un sistema totalmente adaptable en las bandas de ondas hectométricas/decamétricas suele funcionar bajo control de ordenador para la mayoría de sus funciones y es capaz de establecer y mantener el funcionamiento de todo el sistema de forma automática respondiendo inmediatamente a los cambios variables en el tiempo que se producen en el entorno total, incluidos los factores de propagación del sistema, en ruido externo, la ocupación de canal y las condiciones de interferencia.

Algunos sistemas adaptables en las bandas de ondas hectométricas/decamétricas sólo pueden ajustar automáticamente un subconjunto de los factores anteriores. La forma más común de adaptación es la selección de frecuencias para optimizar la calidad de funcionamiento a nivel de enlaces. Estos sistemas pueden denominarse adaptables en frecuencia. No obstante, otras formas que incorporan métodos RTCE son frecuentes a nivel de transmisión, de la red y del sistema en general. En la Recomendación UIT-R F.1110 figuran descripciones de las distintas técnicas adaptables.

CUADRO 1

Atributos de adaptabilidad

Transmisión	
1	Velocidad de datos
2	Esquema de codificación
3	Potencia de transmisión
4	Diagrama de antena
5	Método de modulación
Enlace	
1	Gestión de frecuencias
2	RTCE (sondeo, análisis de calidad del enlace, etc.)
3	Agilidad de frecuencia
Red	
1	Encaminamiento y control del flujo
2	Tratamiento del protocolo
3	Intercambio de datos
4	Reorganización de la red
Sistema	
1	Gestión de recursos
2	Opciones multimedios
3	Conexión con nodos aislados

Los sistemas adaptables en las bandas de ondas hectométricas/decamétricas pueden utilizar varios métodos que facilitan la selección del mejor canal que habrá de utilizarse entre un grupo de frecuencias predeterminadas. Estos métodos pueden incluir medidas pasivas tales como la comprobación técnica del espectro, medidas activas tales como el sondeo de canal en banda o el sondeo con barrido de frecuencia de onda continua modulada en frecuencia.

Las administraciones nacionales autorizan la utilización de estos sistemas dentro de sus respectivos países sin que dicha utilización entre en conflicto con las disposiciones del RR. Los operadores o usuarios de sistemas pueden fomentar el uso de los sistemas adaptables en todo el mundo mediante la coordinación de las asignaciones de frecuencia con las administraciones interesadas. No obstante, los regímenes reglamentarios y de procedimiento para permitir la utilización mundial o regional plantean bastantes dificultades.

1.3 Ventajas de la tecnología

La explotación de la adaptabilidad en el funcionamiento de las familias de sistemas en las bandas de ondas hectométricas/decamétricas presenta ventajas considerables. La posibilidad de adaptarse al entorno permite al sistema desarrollar una capacidad de comunicación óptima. Los sistemas adaptables ofrecen ventajas específicas al facilitar la explotación, mejorar la calidad de funcionamiento disminuyendo las posibilidades de interferencia, aumentar la eficacia del espectro y realizar algunos ahorros.

Algunos sistemas adaptables tienen la capacidad de realizar comprobaciones en el canal antes de su utilización y de evaluar la calidad del canal de manera periódica utilizando procedimientos tanto activos como pasivos. Esta capacidad les permite evitar el empleo de canales que tienen una utilidad limitada y también reduce la probabilidad de causar interferencia a otros usuarios del espectro, incluidos algunos sistemas adaptables y no adaptables.

La capacidad de seleccionar con rapidez y precisión el canal óptimo u otros parámetros óptimos ofrece ventajas significativas respecto de la tecnología tradicional de los sistemas en ondas hectométricas/decamétricas. Esta tecnología informatizada no sólo libera al operador de la necesidad de llevar a cabo estas funciones, con lo cual no es necesaria una capacitación tan elevada, sino que realiza las funciones con más rapidez y posibilita la introducción de actualizaciones en tiempo real. Teniendo en cuenta las variaciones temporal y espacial del canal en ondas decamétricas, incluida la naturaleza de la señal y el ruido, cualquier frecuencia determinada presentará diversos grados de eficiencia para una calidad de servicio especificada. Además, pueden presentarse condiciones en las que ese servicio sea imposible en una frecuencia específica o en un conjunto de frecuencias. La selección de parámetros óptimos constituye un requisito de comunicación esencial, especialmente en presencia de perturbaciones de propagación importantes.

Al seleccionar rápidamente y actualizar con regularidad parámetros de funcionamiento óptimos, los sistemas adaptables en las bandas de ondas hectométricas/decamétricas reducen la posibilidad de aparición de interferencia. Por ejemplo, la selección adaptable de la frecuencia de explotación más adecuada en un instante determinado y la utilización adaptable de la mínima potencia necesaria para completar un enlace minimizarán la probabilidad de que surjan problemas de interferencia con otros usuarios. Al mismo tiempo, este proceso de selección mantiene el nivel de calidad de funcionamiento. Los sistemas adaptables en ondas decamétricas pueden proporcionar métodos más eficaces para el funcionamiento de los canales, de manera que los canales con trayectos múltiples y dispersión por efecto Doppler significativos dejen de considerarse como inadecuados para determinados niveles de servicio. Ante un entorno cambiante, las tecnologías tradicionales se enfrentan al problema de una calidad de funcionamiento variable. La alternativa del operador ante los sistemas adaptables ha sido seleccionar parámetros cuyos valores se apartan del valor óptimo instantáneo.

La utilización de sistemas adaptables promoverá el uso eficaz del espectro en la banda de ondas hectométricas/decamétricas. En el pasado, muchos usuarios fijos han empleado cintas continuas o manipulaciones para mantener libre la asignación de frecuencia. Algunas observaciones de comprobación técnica han indicado que casi el 50% de las bandas del servicio fijo por ondas decamétricas se utilizan de este modo. Esta forma de actuación no es eficaz. Los sistemas adaptables establecen ciclos a través de sus asignaciones de frecuencia, emplean canales que no están ocupados y no utilizan canales innecesariamente. Como actualmente los sistemas adaptables tienen flexibilidad para utilizar todas las bandas no planificadas, hacen un uso eficaz del espectro empleando frecuencias libres y permiten que los usuarios existentes prosigan su utilización actual.

Aunque los sistemas adaptables pueden resultar más costosos que la tecnología tradicional, ofrecen oportunidades considerables para disminuir los costes de funcionamiento. Por ejemplo, los sistemas adaptables no exigen la presencia de operadores con experiencia y permiten una amplia clase de sistemas de radiocomunicaciones por ondas decamétricas de complejidad variable para establecer enlaces e interfuncionamiento a nivel común. Asimismo, algunos sistemas adaptables utilizan un mecanismo de gestión de potencia adaptable que puede reducir la carga financiera asociada a los transmisores de alta potencia.

2 Consecuencias sobre:

2.1 La reglamentación

La Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones (Ginebra, 1995) en su Resolución 23 (CMR-95) «Disposiciones aplicables a las asignaciones de frecuencia en las bandas no planificadas por debajo de 28 000 kHz» trata de la supresión de las disposiciones del RR relativas al examen de las asignaciones de frecuencia en esas bandas. La Resolución 23 señala que la Oficina de Radiocomunicaciones (BR) no deberá examinar ni aplicar las disposiciones referentes a la probabilidad de interferencia perjudicial. Esta decisión significa que actualmente no es necesario verificar si una asignación propuesta puede causar interferencias y hoy en día la BR no indica, respecto a las propuestas de introducir nuevas asignaciones de frecuencia, si la asignación deberá funcionar sin causar interferencia. Otra medida tomada por la CMR-95 fue la de suprimir las categorías de Clase de funcionamiento A, B y C.

Aunque los procedimientos de gestión de frecuencias actuales permiten el uso de sistemas adaptables en las bandas de ondas hectométricas/decamétricas, se espera que otros enfoques más flexibles conduzcan a una mejor utilización de estas tecnologías y a una mayor eficacia en la utilización del espectro.

2.2 Concesión de licencias

La reglamentación actual permite a las administraciones autorizar sistemas adaptables en las bandas de ondas hectométricas/decamétricas. La concesión de licencias más allá de las fronteras nacionales o a nivel mundial puede

realizarse de conformidad con el Artículo 24 (S18) del RR. Una mayor flexibilidad en la utilización de los sistemas adaptables en las bandas de ondas hectométricas/decamétricas no suprimirá la necesidad de concesión de licencias.

3 Resumen

Las técnicas adaptables desarrolladas para su utilización en las bandas de ondas hectométricas/decamétricas ofrecen numerosas ventajas respecto a la tecnología anterior. Actualmente los sistemas adaptables funcionan en muchos de los canales de ondas hectométricas/decamétricas junto con sistemas no adaptables y ya han empezado a observarse algunas ventajas de los sistemas adaptables.

Aunque la utilización de la tecnología adaptable no tropieza con obstáculos importantes, cabe señalar que el entorno reglamentario actual puede impedir la plena explotación de la tecnología. Por tanto, deben proseguir los estudios y simulaciones en curso que tratan esta cuestión. Las administraciones pueden elaborar disposiciones nacionales para utilización de las tecnologías adaptables en las que se reconozcan las características de propagación en el espectro de las bandas de ondas hectométricas/decamétricas. La utilización regional o mundial puede coordinarse con otras administraciones en el marco de las disposiciones actuales del RR.

No obstante, aunque el RR vigente no excluye el funcionamiento de sistemas adaptables en ondas hectométricas/decamétricas, todas las ventajas relacionadas con los sistemas existentes y previstos de este tipo podrían mejorarse si existiera un entorno reglamentario más flexible, lo cual exige la conclusión de los estudios y simulaciones en curso.

Serán necesarios estudios ulteriores para formular el enfoque reglamentario más adecuado a fin de gestionar la utilización de los sistemas adaptables y no adaptables. Entre los estudios futuros figurarán un examen de los sistemas adaptables existentes y previstos, consideraciones sobre interoperabilidad y posibilidad de compartición de frecuencias y otros factores que permitan un uso geográfico más amplio de los sistemas adaptables. Se prevé que cuando se generalice la utilización de la tecnología adaptable, los sistemas adaptables en las bandas de ondas hectométricas/decamétricas sustituyan a la tecnología actual permitiendo así una utilización más eficaz del espectro.
