



**Recomendación UIT-R M.2002
(03/2012)**

**Objetivos, características y requisitos
funcionales de los sistemas de
sensores de área amplia y/o
redes de activadores (WASN)**

Serie M

**Servicios móviles, de radiodeterminación,
de aficionados y otros servicios
por satélite conexos**

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	Radioastronomía
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, 2015

© UIT 2015

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 M.202

Objetivos, características y requisitos funcionales de los sistemas de sensores de área amplia y/o redes de activadores (WASN)

(Cuestión UIT-R 250/5)

(2012)

Cometido

En esta Recomendación se definen los objetivos, las características, los requisitos funcionales, las aplicaciones de servicio y las funcionalidades básicas de red de los sistemas de acceso inalámbrico móvil (WAS) que posibilitan las comunicaciones de un gran número de sensores ubicuos y/o activadores dispersos en áreas amplias del servicio móvil terrestre. El objetivo fundamental de los sistemas de sensores de área amplia y/o redes de activadores (WASN) es soportar aplicaciones de servicio máquina-máquina con independencia del emplazamiento de las máquinas.

Recomendaciones e Informes conexos de la UIT

Recomendación UIT-R M.1079	Requisitos relativos a la calidad de funcionamiento y servicio en las redes de acceso a las telecomunicaciones móviles internacionales-2000 (IMT-2000).
Recomendación UIT-R M.1890	Sistemas de transporte inteligentes – Orientaciones y objetivos
Recomendación UIT-R P.372	Ruido radioeléctrico.
Recomendación UIT-R P.1406	Aspectos de la propagación relativos a los servicios móvil terrestre terrenal y de radiodifusión en las bandas de ondas métricas y decimétricas.
Recomendación UIT-R P.1812	Método de predicción de la propagación específico del trayecto para servicios terrenales punto a zona en las bandas de ondas métricas y decimétricas.
Recomendación UIT-R SM.329	Emisiones no deseadas en el dominio no esencial.
Recomendaciones UIT-T H.235	Marco de seguridad H.323: Marco de seguridad para sistemas multimedia de la serie H (H.323 y otros basados en H.245).
Recomendación UIT-T X.805	Arquitectura de seguridad para sistemas de comunicaciones extremo a extremo.
Informe UIT-R M.2224	Directrices de diseño para los sistemas de sensores de área amplia y/o redes de activadores (WASN).

Siglas y abreviaturas

En la presente Recomendación se utilizan las siguientes siglas y abreviaturas:

AS	Servidor de aplicaciones
BS	Estación de base
DB	Base de datos
IMT	Telecomunicaciones móviles internacionales

M2M	Máquina a máquina
QoS	Calidad de servicio
WAS	Sistema de acceso inalámbrico
WASN	Sensores de área amplia y/o redes de activadores
WT	Terminal inalámbrico

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que las telecomunicaciones inalámbricas están experimentando rápidos avances para enlazar sensores y/o activadores asociados con seres humanos y objetos en diversos entornos;
- b) que los sensores y/o activadores para las comunicaciones inalámbricas deben ser sencillos, pequeños, económicamente asequibles y de bajo consumo de energía para lograr una verdadera sociedad de red ubicua;
- c) que existen nuevas aplicaciones que manejan pequeños volúmenes de datos tales como datos de medición, información sobre emplazamiento y señales de control de objetos;
- d) que la aplicación de comunicaciones inalámbricas para sensores y/o activadores puede proporcionar servicio a una gran zona de cobertura de células y a una gran variedad de objetos célula a célula debido a las características del tráfico de tales aplicaciones indicadas en el anterior apartado c);
- e) que debe ofrecerse movilidad a las comunicaciones inalámbricas para sensores y/o activadores;
- f) que las comunicaciones inalámbricas para sensores y/o activadores pueden establecerse en condiciones sin visibilidad directa;
- g) que es conveniente identificar las características típicas de los sistemas de acceso inalámbrico móvil (WAS) utilizados para las comunicaciones de sensores y/o activadores en el servicio móvil terrestre;
- h) que los WAS utilizados para las comunicaciones de sensores y/o activadores pueden emplearse también para aplicaciones de acceso inalámbrico nómada o acceso inalámbrico fijo,

recomienda

- 1 que se utilicen los objetivos indicados en el Anexo 1 para WAS móviles que proporcionan comunicaciones a un gran número de sensores y/o activadores dispersos en amplias zonas;
- 2 que se utilicen las características y los requisitos funcionales indicados en el Anexo 2 en el diseño de sistemas de sensores de área amplia y/o redes de activadores (WASN).

Anexo 1

Objetivos de los sistemas de sensores de área amplia y/o redes de activadores (WASN)

1 Introducción

El presente Anexo contiene los objetivos de los sistemas de sensores de área amplia y/o redes de activadores (WASN), en esta Recomendación para comunicaciones con un gran número de sensores y/o activadores.

2 Objetivos

2.1 Soporte de aplicaciones de servicio M2M

El sistema de acceso inalámbrico móvil (WAS) debería soportar diversas aplicaciones de servicio de máquina a máquina (M2M) tales como automatización y mejora de la eficacia de redes de empresas, observación del medio ambiente, control a distancia de instalaciones industriales, seguridad social y reducción del impacto medioambiental, independientemente de su ubicación.

2.2 Cobertura de diversas densidades de sensores y/o activadores

El WAS debe proporcionar esos servicios con numerosas densidades de sensores y/o activadores, independientemente de que las zonas de servicio estén habitadas o deshabitadas.

2.3 Acomodación de un gran número de sensores y/o activadores

El WAS móvil debería acomodar un gran número de sensores y/o activadores y proporcionar servicios por un coste aceptable. Para ciertas aplicaciones, el número de sensores y/o activadores puede ser varias veces superior al censo de habitantes de la zona.

Los WAS utilizados para comunicaciones de sensores y/o activadores deben soportar un gran espacio de direcciones para acomodar un gran número de sensores y/o activadores.

2.4 Facilidad de instalación y simplicidad del despliegue de sistemas

Los WAS móviles deberían poderse instalar fácilmente y desplegar sencillamente para limitar el número de estaciones de base (BS).

Este objetivo permite al operador proporcionar fácilmente aplicaciones de servicio M2M en cada célula.

2.5 Eficacia energética del sistema

Los WAS móviles deberían utilizar eficazmente la energía para prolongar la vida de las baterías de los sensores y/o activadores inalámbricos y limitar el impacto medioambiental punto en particular, los sensores y/o activadores inalámbricos podrían estar equipados con algoritmos inteligentes de ahorro de energía y tener ciclos de actividad-reposo eficientes.

En una BS hay un gran número de terminales inalámbricos (WT) conectados a sensores y/o activadores, por lo que mejorar la eficacia energética de cada WT conduce a una reducción del consumo de energía global del sistema. Eso contribuye a reducir los costes de mantenimiento y el impacto medioambiental del sistema, reduciendo, por ejemplo, los costes de sustitución de baterías y las emisiones de CO₂.

2.6 Soporte de QoS

Los WAS móviles deberían proporcionar a esos servicios con una calidad de servicio (QoS) equivalente a la QoS de las redes móviles públicas.

Como las aplicaciones de servicio pueden tener QoS diferentes, como por ejemplo fiabilidad, latencia, precisión de datos, es importante soportar numerosas QoS.

2.7 Seguridad

Los WAS móviles deberían proporcionar esos servicios con características de seguridad equivalentes a las disponibles para los servicios de comunicación de datos en las redes móviles públicas.

Dado que la información de los sensores hacia los activadores puede contener información privada e información comercial confidencial, es importante proteger esa información contra extraños no autorizados y malintencionados.

2.8 Proporcionar servicios M2M sostenibles

Los WAS móviles deberían proporcionar servicios M2M sostenibles que pudieran aplicar tecnologías innovadoras a medida que fueran apareciendo e incorporar sus futuras aplicaciones.

Este objetivo permite mejorar las aplicaciones de servicio convencionales introduciendo nuevas tecnologías e incorporando las futuras extensiones al tiempo que se soportan las aplicaciones de servicio convencionales.

2.9 Soporte de servicios nómadas y fijos

Los WAS móviles deberían soportar servicios M2M nómadas y fijos, así como servicios M2M móviles.

2.10 Consideración de terminales inalámbricos

Los WAS móviles deberían soportar diversos sensores y/o actuadores, independientemente de sus dimensiones, forma y materiales, que estuvieron exentos de mantenimiento o exigieron un mantenimiento mínimo, y pudieran instalarse incluso en condiciones inhóspitas (p. ej., temperaturas y humedad extremas, etc.).

Anexo 2

Características, requisitos funcionales, aplicaciones de servicio y funcionalidades fundamentales de red de los sistemas de sensores de área amplia y/o redes de activadores (WASN)

1 Introducción

El presente Anexo trata de características, requisitos funcionales, obligaciones de servicio y funcionalidades fundamentales de red de los sistemas WASN. Las directrices de diseño de los sistemas WASN se recogen en el Informe UIT-R M.2224.

2 Aplicaciones de servicio

Los sistemas WASN deberían soportar diversas aplicaciones de servicio. A continuación se indican las categorías de servicios disponibles. Las categorías de servicio no están limitadas a las indicadas a continuación:

- automatización y mejora de la eficacia de redes de empresa, por medio por ejemplo de la lectura a distancia del consumo de servicios públicos como agua, gas y electricidad;
- observaciones meteorológicas como mediciones de la temperatura y la higrometría del aire;
- observación, previsiones y protección medioambientales, como la observación de la contaminación medioambiental, incluidos el aire, el agua y el suelo;
- prevención de delitos y seguridad, como detección de intrusiones;
- apoyo a aplicaciones de atención sanitaria, médicas y de bienestar, como supervisión de parámetros vitales (p. ej., temperatura corporal, peso y ritmo cardíaco);
- control y supervisión a distancia de instalaciones industriales;
- distribución de mercancías;
- prevención de catástrofes y medidas a tal efecto, como notificación de catástrofes;
- hogares inteligentes y control de edificios comerciales, como conexión en red de aparatos domésticos y de oficina;
- sistemas inteligentes de transporte y gestión del tráfico¹;
- supervisión de especies ornitológicas que puedan ser portadoras del virus de la gripe aviar;
- seguridad personal, como el seguimiento de niños y la detección de intrusiones;
- reducción del impacto medioambiental, como control y visualización del consumo energético.

¹ Véanse orientaciones y objetivos de los sistemas de transporte inteligentes en la Recomendación UIT-R M.1890.

3 Funcionalidades de red

A continuación se indican las funcionalidades de red fundamentales de los sistemas WASN:

- *Compilación automática de información por detección:* esta aplicación compila automáticamente la información adquirida por sensores y la envía a servidores de aplicación (AS) o bases de datos (DB) por conducto de la red central a la cual está conectado el WAS.
- *Control de activador a distancia:* Con esta aplicación, el usuario controla activadores a distancia por conducto de AS a través de la red central. La información de control de los activadores se transfiere de los AS a los activadores a través del WAS.

4 Características del sistema

4.1 Densidad de sensores y/o activadores

Dado que los sistemas WASN, como medidores de servicios públicos, vehículos, motocicletas, etc., están destinados a seres humanos y a máquinas, el número de sensores y/o activadores necesarios será muy grande, es decir, entre decenas y centenares de veces el censo de habitantes. Además, como los sistemas WASN tratarán pequeños volúmenes de datos como datos de medición, información de ubicación y señales de control de objetos más que contenido en transmisión continua, la transmisión a larga distancia de señales con una anchura de banda estrecha es más importante que una transmisión de señales a alta velocidad con una anchura de banda ancha.

Los sensores y/o activadores se pueden instalar en todas partes y, por consiguiente, se deben proporcionar servicios M2M en zonas habitadas como empresas, ciudades, zonas residenciales y rurales, pero también en zonas inhabilitadas. Como se ha indicado anteriormente, la densidad de sensores y/o actuadores es uno de los criterios fundamentales de la instalación del sistema por un coste realista. El sistema debe soportar ciertas aplicaciones de los entornos móvil y nómada. Para soportar esa movilidad, esos sistemas deben desplegarse en una configuración celular.

4.1.1 Opción de baja densidad

En las zonas de baja densidad de sensores y/o activadores, los sistemas deben emplear células grandes para limitar el número de BS necesarias, y por consiguiente el despliegue es sencillo y rentable.

4.1.2 Opción de alta densidad

En las zonas de alta densidad de sensores y/o activadores, el sistema WASN puede acomodar un número considerablemente mayor de terminales inalámbricos (WT) por célula. Por consiguiente, es más importante que la potencia radiada de los WT no se convierta en interferencia cocanal en una BS. A fin de minimizar el potencial de interferencia cocanal, los sistemas deberían reducir la potencia radiada de los WT, incluso en su ciclo de inactividad.

4.2 QoS

La QoS debe expresarse con parámetros asimilables por el usuario, como errores y retardo de transferencia, independientemente de que el diseño interno de la red dependa de las aplicaciones de servicio descritas en la § 2.

Para soportar varios tipos de servicios WASN deben definirse varias clases de QoS optimizadas para WASN. A continuación se examinan dos ejemplos de clases:

- Para la prestación de servicios cronomórficos como el control a distancia de instalaciones industriales o la detección de intrusiones, se debe definir y soportar por lo menos una clase de QoS cronomórfica.
- Los WASN también engloban servicios M2M que no dependen de la hora de la prestación. Para esos servicios podría dominar la utilización de clases de QoS que toleran retrasos.

Se pueden soportar clases importantes adicionales. Una correspondencia de QoS adecuada entre la de las WASN y la de la red central heredada, definida en la Recomendación UIT-R M.1079.

La definición de la QoS de sistemas WASN no entra en el marco de la presente Recomendación.

4.3 Seguridad

La información transmitida de los sensores a los activadores puede contener información privada e información comercial confidencial. El acceso no autorizado a la red puede plantear riesgos de seguridad, un extraño puede consultar información confidencial o alterar la información de control enviado a un activador.

Para garantizar la seguridad de las comunicaciones deberían utilizarse técnicas de seguridad como la autenticación y el encriptado. Debería garantizarse la sostenibilidad de los algoritmos de seguridad. Véanse a ese respecto las indicaciones de seguridad para los sistemas de comunicación multimedia basados en paquetes en la Recomendación UIT-T H.235, y las de las redes de datos y los sistemas de comunicación abiertos en la Recomendación UIT-T X.805.

4.4 Sostenibilidad y evolución del sistema

Los sistemas WASN pueden utilizarse para soportar diversas aplicaciones tales como automatización de instalaciones industriales, medición de servicios públicos y observación del medio ambiente. A diferencia de los terminales inalámbricos como los teléfonos celulares, la mayoría de los terminales inalámbricos para servicios M2M se intercambian muy pocas veces cuando son operacionales, debido a su gran número y al coste de sustitución.

Para soportar esos servicios a largo plazo la interfaz radioeléctrica entre el WT y la BS debería ser adaptable y su compatibilidad con versiones anteriores debería estar garantizada.

4.5 Movilidad

Cuando se utilizan en ciertas aplicaciones tales como la prevención de la delincuencia, la distribución de mercancías y los sistemas de transporte inteligentes, los sistemas WASN deben soportar aplicaciones móviles, nómadas y también fijas. El entorno fijo podría ser propicio para servicios WASN de potencia limitada como los dispositivos alimentados con baterías.

Para soportar esa movilidad los sistemas deberían proporcionar esas aplicaciones en una configuración multicelular.

4.6 Acceso a los medios

Los sistemas WASN podrían admitir un número considerable de WT por célula. Por lo general, los protocolos de acceso a medio distribuido, como el acceso aleatorio, son eficaces. Ahora bien, el aumento del número de WT puede causar colisiones. Debido a la limitación de la anchura de banda de la banda de frecuencias, es posible que algunas solicitudes de WT no puedan acceder al sistema a causa de la congestión. Para acomodar eficientemente todos los WT en el sistema, los

sistemas WASN deben emplear protocolos eficaces de acceso a medios, incluidos sistemas de acceso prioritario.

4.7 Reducción de la interferencia cocanal

Para proporcionar servicios M2M en zonas de alta o baja densidad de sensores y/o activadores, lo esencial es reducir la interferencia cocanal.

Por ejemplo, para minimizar el potencial de interferencia cocanal puede determinarse la transmisión de tara del mensaje de control, su periodicidad y su potencia, en función de la densidad de WT en la célula.

4.8 Terminal inalámbrico

Se prevé que algunos terminales inalámbricos para servicios M2M estén en servicio durante mucho tiempo. Debido a la falta de suministro externo de energía, su consumo energético debe ser muy bajo.

Para los servicios M2M como el control de instalaciones industriales o la observación del medio ambiente, los sensores y/o activadores podrían instalarse en entornos inhóspitos con temperaturas extremadamente altas/bajas, higrometría o altitud elevadas, o condiciones polvorrientas. La fiabilidad de la transmisión no debe verse afectada por esas condiciones.

5 Requisitos funcionales

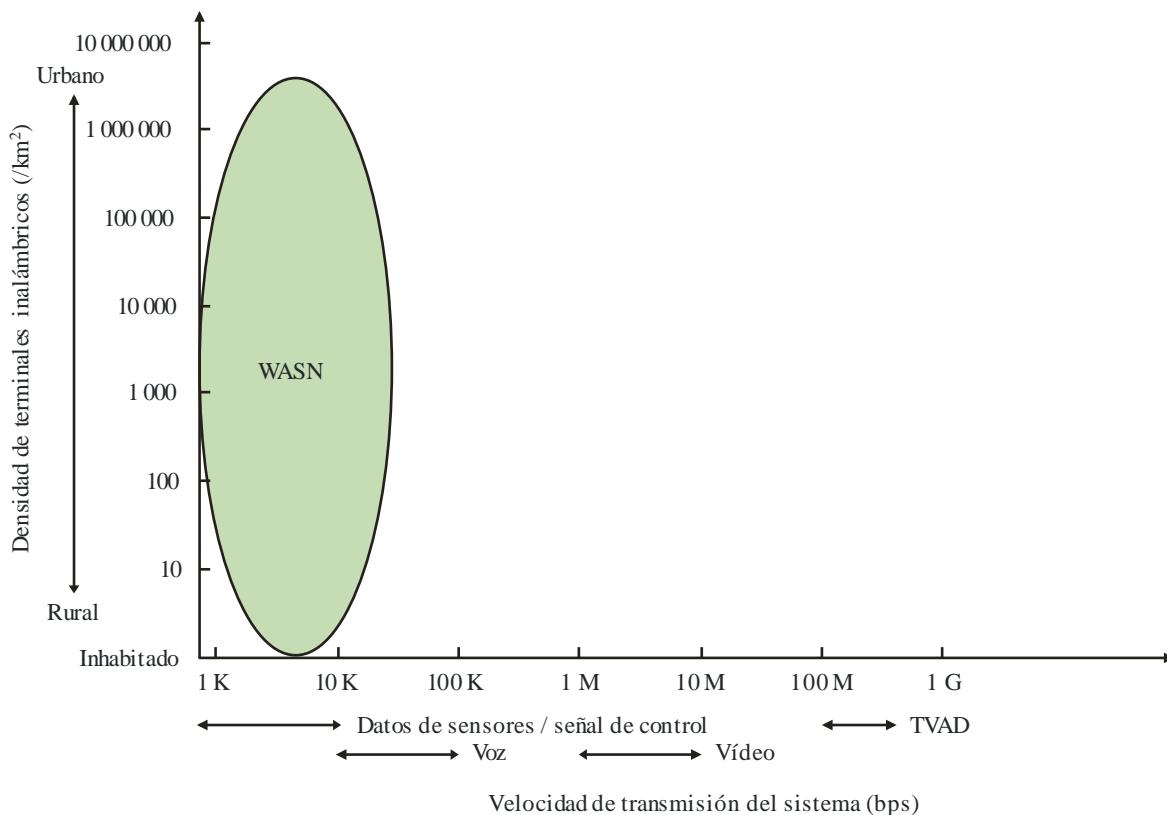
5.1 Densidad de sensores y/o actuadores soportados

Habida cuenta de los servicios indicados en la § 2 y las características señaladas en la § 4, es esencial tener en cuenta la densidad de sensores y/o activadores al concebir un sistema inalámbrico común que pueda soportar futuros servicios esenciales tales como la lectura a distancia de contadores, la conexión en red de instalaciones domésticas y de oficina, la observación de la contaminación medioambiental y la notificación de catástrofes.

En la Fig. 1 se muestran los puntos esenciales de diseño de WASN con respecto a las velocidades de transmisión del sistema y la densidad de terminales inalámbricos.

Una de las características fundamentales del sistema es que acomodará un gran número de sensores y/o activadores en zonas de densidad demográfica extremadamente alta, como zonas urbanas, y un número limitado de sensores y/o activadores en zonas urbanas de baja densidad demográfica. Los WASN deben soportar un gran número de WT, como se indica en la Fig. 1.

FIGURA 1
Velocidad de transmisión de sistemas y densidad de sensores y/o actuadores soportados por sistemas WASN



M.2002-01

5.2 Velocidad de transmisión de los sensores y/o activadores que se deben soportar

Considerando los servicios indicados en la § 2 y las características señaladas en la § 4, es esencial para los sistemas inalámbricos que la transmisión a larga distancia con una anchura de banda de señal estrecha es más importante que una transmisión de alta velocidad con anchura de banda de señal ancha para proporcionar eficazmente y por un coste razonable los futuros servicios esenciales arriba indicados en zonas de baja densidad de población.

Como se indica en la Fig. 1, una de las características fundamentales del sistema es su baja velocidad de transmisión, que facilita el despliegue de células grandes y permite admitir zonas de baja densidad de una manera eficaz con respecto a los costes. Los sistemas WASN funcionan habitualmente con bajas velocidades de transmisión. En cambio, en los sistemas de acceso inalámbrico de banda ancha, la alta velocidad de transmisión tiene prioridad con respecto a la distancia de transmisión (es decir, dimensión de la célula).

5.3 Bandas de frecuencias posibles

Podrían utilizarse diversas bandas de frecuencias, pero habida cuenta de las características de propagación (véanse las Recomendaciones UIT-R P.1406 y UIT-R P.1812), el ruido artificial (véase la Recomendación UIT-R P.372), y la necesidad de células de grandes dimensiones, es preferible que los sistemas WASN utilicen la porción superior de la banda de ondas métricas o la parte inferior de la banda de ondas decimétricas.