

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 627 575**

51 Int. Cl.:

<b>H04L 29/08</b>	(2006.01)
<b>H04W 84/18</b>	(2009.01)
<b>H04W 52/02</b>	(2009.01)
<b>H04W 40/00</b>	(2009.01)
<b>G01D 4/00</b>	(2006.01)
<b>H04M 11/00</b>	(2006.01)
<b>H04L 12/12</b>	(2006.01)
<b>H04W 40/22</b>	(2009.01)
<b>H04W 40/12</b>	(2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.10.2011 E 11008022 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.04.2017 EP 2439911**

54 Título: **Procedimiento para la configuración de una red de nodos de red, así como procedimiento y dispositivo para la transmisión de datos de consumo desde equipos de adquisición de datos dispuestos de forma descentralizada**

30 Prioridad:  
**08.10.2010 DE 102010047946**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**28.07.2017**

73 Titular/es:  
**METRONA WÄRMEMESSER UNION GMBH  
(100.0%)  
Aidenbachstrasse 40  
81379 München, DE**

72 Inventor/es:  
**LÖHR, KARSTEN;  
HAUENSTEIN, STEFAN;  
HENKEL, GUNTER y  
HECKMANN, DIETER**

74 Agente/Representante:  
**PONS ARIÑO, Ángel**

**ES 2 627 575 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Procedimiento para la configuración de una red de nodos de red, así como procedimiento y dispositivo para la transmisión de datos de consumo desde equipos de adquisición de datos dispuestos de forma descentralizada.

5

La invención se refiere a un procedimiento para la configuración de una red de nodos de red para la transmisión de datos de consumo desde equipos de adquisición de datos dispuestos de forma descentralizada a al menos un nodo de red maestro. La invención se refiere asimismo a un procedimiento para la transmisión de datos de consumo desde equipos de adquisición de datos dispuestos de forma descentralizada a al menos un nodo de red maestro.

10

La invención se refiere además a un dispositivo para la transmisión de datos de consumo desde equipos de adquisición de datos dispuestos de forma descentralizada a al menos un nodo de red maestro.

Para la lectura inalámbrica de datos de consumo (gas, agua, calor, electricidad, etc.) los datos registrados por los equipos de adquisición de datos (contadores, distribuidores de los costes de calefacción, etc.) deben ser transmitidos a un proveedor de servicios de facturación. Por el documento EP 1180909 B1 se conoce un procedimiento en el que los datos de consumo se transfieren desde una pluralidad de equipos de adquisición de datos dispuestos de forma descentralizada y que se pueden encontrar en uno o varios grupos territoriales, por ejemplo en diferentes plantas de una unidad de facturación (vivienda, propiedad inmueble), a través de una red de estaciones intermedias (recolectores de datos) a un centro de recopilación de datos descentralizado. Los datos de consumo recopilados pueden ser consultados después por el proveedor de servicios de facturación en el centro de recopilación de datos descentralizado. Cada estación intermedia tiene asignados determinados equipos de adquisición de datos, en particular en función de la potencia recibida del equipo de adquisición de datos correspondiente, detectada en una estación intermedia. Dentro de la red de estaciones intermedias, los datos de consumo se envían de forma dirigida y omnidireccional, es decir que cada estación intermedia que se encuentre dentro del alcance inalámbrico de otra estación intermedia recibirá sus datos de consumo almacenados. De este modo, pasado un cierto tiempo, los datos de consumo en la red están disponibles para todas las estaciones intermedias. Así pues, los datos se pueden leer en cada una de las estaciones intermedias. La emisión de los datos dentro de la red se efectúa en momentos determinados, que tienen que ser conocidos para las estaciones intermedias.

25

El inconveniente de este procedimiento conocido es la gran cantidad de emisiones que, si bien asegura una gran redundancia, también supone un consumo de energía bastante considerable. Por ello, el procedimiento conocido no es adecuado para redes que funcionan con baterías. Además, el procedimiento de lectura no se puede utilizar de forma flexible debido a los plazos fijos establecidos para la emisión de los datos en la red.

30

En el documento EP 1750475 A2 se describe una red de transmisión de datos con emisores de datos primarios diseñados para emitir datos, incluida la información identificativa para su identificación, a intervalos de emisión determinados conforme a los plazos sobre una base temporal propia. Los emisores de datos primarios tienen asignados receptores de datos primarios para la recepción de los datos emitidos que están preparados para recibirlos a intervalos de recepción determinados que deberán coincidir con los intervalos de emisión de los emisores de datos primarios asignados a ellos. Los receptores de datos primarios transmiten los datos recibidos de los emisores de datos primarios o los datos derivados de ellos a al menos otro componente de la red de transmisión de datos, para enviarlos directamente a través de este otro componente de red o, dado el caso, transmitirlos a través de componentes de red adicionales a un centro de recopilación de datos centralizado. El esquema temporal de recepción de cada receptor de datos primario y su asignación a emisores de datos pueden ser modificados por información de solicitud de recepción procedente de un componente de red autorizado para la solicitud de recepción.

35

El documento EP 1860830 A1 describe la instalación de una red jerárquica con varios nodos sensores que comunican los valores medidos por los sensores directa o indirectamente a través de nodos sensores a un nodo de red centralizado. Los nodos de red se hacen funcionar sucesivamente, de modo que un nodo sensor presenta un nivel jerárquico inicial en el momento en que se pone en funcionamiento y tiene almacenadas informaciones de sincronización para poder comunicarse con los nodos sensores que se encuentren en su zona de recepción. Un nodo sensor forma temporalmente un nodo de red centralizado. Durante la comunicación entre dos nodos sensores o un nodo sensor y un nodo de red descentralizado se emite un telegrama de sincronización con el que se notifica al nodo receptor el nivel jerárquico del nodo emisor. Tras la comunicación, uno de los nodos sensores cambia de nivel jerárquico en función del nivel jerárquico del otro nodo sensor.

50

El inconveniente de las redes conocidas por los documentos EP 1750475 A2 y EP 1860830 A1 reside en el esfuerzo considerable que supone coordinar los intervalos de emisión y los intervalos de recepción de los componentes de la

55

red.

Por el documento US 2009/0316682 A1 se conocen un procedimiento y un dispositivo con las características de los preámbulos de las reivindicación 1 y 13, respectivamente. Se describe de forma general una red ad hoc con equipos de adquisición de datos cuyos datos son leídos por recolectores de datos y transmitidos a un maestro, donde se prevé una comunicación bidireccional entre los nodos de red individuales. Además de la unidad emisora/receptora propiamente dicha, los recolectores de datos presentan adicionalmente un denominado transceptor "despertador" para ahorrar energía especialmente en el modo de funcionamiento con batería. La unidad emisora/receptora de los recolectores de datos se encuentra normalmente en un modo de reposo o de suspensión y es activado por el transceptor despertador cuando este recibe una señal correspondiente. Se propone asimismo una variante especial según la cual el recolector de datos solo contiene un transceptor despertador, es decir que no existe ninguna unidad emisora/receptora más aparte del transceptor despertador. Esta variante está prevista para cantidades reducidas de datos, en particular cuando se transmiten datos no codificados.

El documento US 2010/0115302 A1 describe un procedimiento despertador para un equipo que presenta un dispositivo de recepción basado en una red inalámbrica ZigBee. Si el dispositivo de recepción se encuentra en modo de reposo, se comprueba si se ha parado un temporizador de reposo o si existe una interrupción externa. Si se cumple una de las dos condiciones, la unidad de procesamiento de control de acceso al medio (MAC) del equipo se abastece con corriente y se recibe un paquete despertador.

El documento EP 2222122 A1 muestra un receptor despertador clásico que activa un sistema principal conectado, por ejemplo un transceptor, cuando se presentan determinadas condiciones. El receptor despertador se hace menos sensible a señales despertadoras "falsas" si, después de cada reconocimiento exitoso de actividad en un canal al que, sin embargo, sigue una comparación fallida entre el patrón recibido y el almacenado, se guarda esta correlación de patrones no exitosa en una memoria. La memoria se analiza y los parámetros en los que se basa la comprobación de actividad se modifican de forma correspondiente si procede. Puesto que la correlación de patrones es realizada previamente por el receptor despertador, queda asegurado que el sistema principal conectado no es activado innecesariamente y molestado con la comprobación de si la activación estaba justificada. La modificación de los parámetros usados para la comprobación de la actividad del canal también puede incluir el paso del receptor despertador a un modo de ahorro de energía durante un periodo de tiempo ajustable. Esto significa que pueden crearse ventanas de recepción limitadas en el tiempo en respuesta a señales interferentes frecuentes.

En el documento US 2010/0150043 A1 se describe el funcionamiento de un MAC despertador en el que un nodo emisor conecta un módulo despertador inalámbrico para activar un nodo receptor inactivo. Para ello se emite un marco despertador al módulo despertador inalámbrico del nodo receptor. Tras recibir el marco despertador, el transceptor principal del nodo receptor emite un paquete determinado al transceptor principal del nodo emisor para confirmar que ha sido activado. A continuación se desconecta el módulo despertador inalámbrico del nodo receptor.

El objetivo de la invención consiste en crear una forma eficaz de transmisión inalámbrica de datos de consumo que sea altamente flexible en cuanto a las rutas de transmisión de datos y ofrezca un buen aprovechamiento temporal.

Este objetivo se alcanza mediante un procedimiento para la configuración de una red de nodos de red con las características de la reivindicación 1 y mediante un procedimiento para la transmisión de datos de consumo desde equipos de adquisición de datos dispuestos de forma descentralizada con las características de la reivindicación 12, así como mediante un dispositivo para la transmisión de datos de consumo desde equipos de adquisición de datos dispuestos de forma descentralizada con las características de la reivindicación 13. En las reivindicaciones secundarias dependientes se indican configuraciones ventajosas y convenientes de los procedimientos de acuerdo con la invención y del dispositivo de acuerdo con la invención.

El procedimiento de acuerdo con la invención para la configuración de una red de nodos de red (como, en particular, recolectores de datos y/o equipos de adquisición de datos) para la transmisión de datos de consumo desde equipos de adquisición de datos dispuestos de forma descentralizada a al menos un nodo de red maestro comprende la identificación de enlaces de comunicación bidireccional entre los nodos de red en los que se encuentran almacenados temporalmente los datos de consumo. La comunicación entre los nodos de red durante la identificación de los enlaces de comunicación se basa en un concepto de radio "Wake On", en el que el dispositivo de recepción de un nodo de red pasa, a determinados intervalos de tiempo, de un modo de ahorro de energía a un modo receptor, en el que el dispositivo de recepción escucha durante un tiempo determinado por un canal de radio determinado. El nodo de red maestro obtiene información sobre los enlaces de comunicación entre los nodos de red individuales que es hallada por orden del nodo de red maestro a partir de los nodos de red individuales, incluyendo

preferentemente su calidad de recepción.

Cada uno de los nodos de red puede detectar los nodos de red vecinos a su alcance y, preferentemente, la calidad de recepción del enlace de comunicación asociado y transmitirlos directa o indirectamente al nodo de red maestro.

5

Cada nodo de red puede elaborar una lista de recepciones, con preferencia por orden de calidad de la recepción, en la que se registran los códigos de identificación de los nodos de red vecinos y/o la calidad de recepción asociada.

10 El nodo de red maestro puede establecer la información sobre los enlaces de comunicación en forma de una matriz con todas las rutas, en la que se clasifica cada nodo de red, comenzando con el nodo de red maestro, en función de la calidad de recepción.

Con la ayuda de la información sobre los enlaces de comunicación se pueden hallar rutas preferidas entre los nodos de red y el nodo de red maestro.

15

Se puede hallar una ruta preferida entre un nodo de red objetivo y el nodo de red maestro buscando el primer registro introducido en la fila y/o columna del nodo de red objetivo y hallando y guardando el nodo de red asociado del registro. Este proceso se puede volver a repetir hasta llegar a la columna y/o fila del nodo de red maestro, de manera que los nodos de red hallados y guardados proporcionan una ruta desde el nodo de red objetivo hasta el

20

Se puede establecer una matriz con rutas inactivas construida como la matriz con todas las rutas y que contenga registros de enlaces de comunicación defectuosos entre los nodos de red. Con la ayuda de los registros de la matriz con rutas inactivas se puede borrar información en la matriz con todas las rutas a través de los enlaces de comunicación correspondientes.

25

La información acerca de los enlaces de comunicación se puede obtener justo antes de una transmisión de los datos de consumo almacenados temporalmente en los nodos de red al nodo de red maestro.

30 En el procedimiento de acuerdo con la invención para la transmisión de datos de consumo desde equipos de adquisición de datos dispuestos de forma descentralizada a al menos un nodo de red maestro a través de una red de nodos de red configurada según el procedimiento antes indicado, la comunicación entre los nodos de red durante la transmisión de los datos de consumo se basa igualmente en el concepto de radio Wake On, en el cual el dispositivo de recepción de un nodo de red pasa, a intervalos de tiempo determinados, de un modo de ahorro de energía a un modo de recepción, en el que el dispositivo de recepción escucha durante un periodo de tiempo determinado por un canal de radio determinado.

35

El dispositivo de acuerdo con la invención para la transmisión de datos de consumo desde equipos de adquisición de datos dispuestos de forma descentralizada a un nodo de red maestro comprende varios nodos de red con dispositivos de emisión y recepción dispuestos de tal manera que cada nodo de red se encuentre al menos en el alcance de recepción de otro nodo de red y al menos un nodo de red se encuentre adicionalmente en el alcance de recepción del nodo de red maestro. Los nodos de red disponen de una funcionalidad de radio Wake On, en la cual el dispositivo de recepción de un nodo de red pasa, a intervalos de tiempo determinados, de un modo de ahorro de energía a un modo de recepción, en el que el dispositivo de recepción escucha durante un periodo de tiempo determinado por un canal de radio determinado. El nodo de red maestro está configurado para obtener información sobre enlaces de comunicación entre nodos de red individuales que es hallada por orden del nodo de red a partir de los nodos de red individuales.

40

45

Durante la configuración de la red y la transmisión de datos de consumo al nodo de red maestro el concepto de radio Wake On o la funcionalidad de radio Wake On permite ahorrar gran cantidad de energía durante el funcionamiento. Gracias al modo de espera casi permanente de los nodos de red, no existe ninguna limitación temporal en la configuración de la red o la transmisión de datos de consumo. Además, permite el acceso (remoto) a la red en cualquier momento, incluso para el mantenimiento remoto de la red.

50

55 Otras características y ventajas de la invención se desprenden de la descripción siguiente y de los dibujos adjuntos, a los que se hace referencia. En los dibujos muestran:

- la figura 1 una representación de nodos de red interconectados;
- la figura 2 una matriz con todas las rutas;

- la figura 3 una matriz con rutas inactivas;
- la figura 4 un ejemplo de búsqueda de rutas en dos pasos;
- la figura 5 una ruta hallada; y
- la figura 6 una ruta inversa.

5

En la figura 1 se representan varios nodos de red 10 y un nodo de red maestro 12 (en lo sucesivo maestro) interconectados. De acuerdo con una aplicación preferida de la invención, se trata en el caso de los nodos de red 10 de recolectores de datos y en el caso del maestro 12, de un recolector de datos maestro, sin que la invención esté limitada a ello. Los nodos de red 10, así como el maestro 12, están diseñados para recibir datos de consumo

10

emitidos por equipos de adquisición de datos dispuestos de forma descentralizada (no representados). Los equipos de adquisición de datos pueden ser, en particular, contadores de electricidad, gas, agua, calor, o distribuidores de costes de calefacción dispuestos en los radiadores, y pueden denominarse de forma general equipos terminales por su conexión de terminación de red a la red.

15

La transmisión de los datos de consumo desde los equipos de adquisición de datos a los nodos de red 10, 12 suele ser unidireccional y se denomina transmisión inalámbrica primaria. Para la realización de funciones más amplias los equipos de adquisición de datos pueden estar dotados adicionalmente de módulos de recepción. En este caso es posible la comunicación bidireccional con los nodos de red 10, 12.

20

Tanto los equipos de adquisición de datos como los nodos de red 10 funcionan con batería. El maestro 12 también funciona con batería, pero como alternativa también se puede conectar a la red eléctrica.

25

En cada nodo de red 10, 12 (incluido el maestro) se halla depositado su número de producción u otro código de identificación único. Los nodos de red 10 y el maestro 12 presentan módulos de emisión y recepción (de forma abreviada emisor y receptor) y están diseñados para la comunicación inalámbrica bidireccional.

30

El maestro 12 dispone esencialmente de los mismos componentes y presenta la misma estructura que los demás nodos de red 10 de la red. Así, una disposición de nodos de red existente permite determinar a discreción cuál de los nodos de red 10 debe actuar de maestro 12. Si fuera necesario, también se puede reconfigurar posteriormente otro nodo de red 10 en el maestro 12. En principio también se pueden prever varios maestros 12 en una red.

35

Los nodos de red 10 y el maestro 12 se pueden hacer funcionar en al menos dos modos de funcionamiento: el funcionamiento inalámbrico primario ya mencionado y un funcionamiento inalámbrico secundario. En el funcionamiento inalámbrico primario los nodos de red 10 y el maestro 12 reciben datos de consumo de los equipos de adquisición de datos. En el funcionamiento inalámbrico secundario los datos de consumo se transfieren al maestro 12 dentro de la red por rutas de comunicación bidireccionales.

40

Mediante la separación en funcionamiento inalámbrico primario y funcionamiento inalámbrico secundario se puede distinguir, en ambos modos de funcionamiento, la banda de frecuencia, el tipo de modulación y/o la velocidad de transmisión de datos, lo que permite cumplir selectivamente los requisitos especiales de cada uno de los modos de funcionamiento. Una velocidad de transmisión elevada resulta especialmente ventajosa en el funcionamiento inalámbrico secundario para mantener reducida la duración de la emisión y, con ello, el consumo de energía durante la emisión.

45

En el funcionamiento inalámbrico secundario los nodos de red 10 se hallan la mayor parte del tiempo en un modo de radio Wake On, el cual se explicará en términos generales a continuación. En el modo de radio Wake On el receptor de un nodo de red 10 pasa, a intervalos regulares predeterminables, de un modo de ahorro de energía a un modo de recepción (intervalo despertador) y escucha durante un periodo de tiempo predeterminable por un canal de radio predeterminable.

50

Al comienzo de un intervalo despertador, el receptor realiza una denominada medición RSSI para decidir en un principio si existe una señal que supera un valor umbral de intensidad de la señal predeterminable (RSSI significa Received Signal Strength Indication [indicador de intensidad de la señal recibida] y constituye un indicador de la intensidad de campo recibida de aplicaciones de comunicación inalámbrica. El valor de RSSI es un valor de 1 byte y se encuentra, pues, entre 0 y 255; cuanto mayor, mejor la intensidad de la señal). Si la señal es suficientemente intensa, se espera durante un periodo de tiempo configurable a la llegada de un paquete despertador. El paquete despertador precede a un mensaje y presenta un preámbulo definido y una palabra de sincronización definida que pueden ser reconocidos y procesados por el receptor.

55

El paquete despertador es emitido repetidas veces por el emisor durante un periodo de tiempo definido (secuencia despertadora) para activar el nodo de red 10 abordado o su receptor. Si se recibe un paquete despertador, este es procesado, siempre que esté destinado a este nodo de red 10. En caso contrario, el receptor vuelve a conectar el modo de radio Wake On, al igual que cuando no recibe señal o recibe una señal muy débil.

5

Por medio del paquete despertador el receptor también reconoce el periodo de tiempo durante el cual se seguirán emitiendo paquetes despertadores. Durante este periodo de tiempo el receptor puede pasar al modo de ahorro de energía. Una vez concluida la secuencia despertadora, el receptor pasa, durante un periodo de tiempo definible, al modo de recepción para recibir el mensaje propiamente dicho.

10

Antes del uso se configura la red. La configuración de la red puede realizarse en principio una sola vez, a intervalos regulares o antes de cada funcionamiento inalámbrico secundario, o se puede poner en marcha en cualquier momento, también por acceso remoto.

15

Durante la configuración de la red se hallan enlaces de comunicación bidireccional entre los nodos de red 10, 12, que posteriormente se aprovechan en el funcionamiento inalámbrico secundario para la transmisión de datos de consumo desde los nodos de red 10 al maestro 12. La condición previa para la configuración de la red es que los nodos de red 10, 12 estén dispuestos de tal manera que cada nodo de red 10, 12 se encuentre al menos en el alcance de recepción de otro nodo de red 10, 12 y al menos un nodo de red 10 se encuentre adicionalmente en el

20

Al inicio de la configuración de la red, el maestro 12 emite a la red una orden de tipo "identifica a tus vecinos y comunica al maestro tu lista de recepciones". La orden se propaga hasta el último nodo de red 10 alcanzable. Cada nodo de red 10, 12 (también el maestro) identifica a continuación los vecinos a su alcance y la calidad de recepción del enlace asociado. Con este fin, los nodos de red 10, 12 emiten periódicamente paquetes de conexión. Durante el mismo periodo de tiempo, el funcionamiento de recepción de los nodos de red 10, 12 permite reaccionar a los paquetes de conexión de nodos de red 10, 12 vecinos.

25

30

En el ejemplo de la figura 1, en la que los diferentes grosores de raya equivalen a diferentes calidades de recepción, el maestro 12 puede recibir, por ejemplo, los nodos de red NR1 a NR4, siendo el enlace con el nodo de red NR4 la mejor y con el nodo de red NR2 la peor. Cada nodo de red 10 elabora una lista de recepciones por orden de calidad de la recepción en la que se registran los códigos de identificación de los nodos de red 10, 12 vecinos a su alcance y, opcionalmente, la calidad de recepción asociada en forma de valor RSSI.

35

El maestro 12 establece a lo largo de la configuración una "matriz con todas las rutas" (véase la figura 2), en la que se registra información sobre los enlaces de comunicación entre los nodos de red 10, 12 individuales (enlace sí/no, opcionalmente la calidad de recepción en forma de valor RSSI). Cada nodo de red 10, 12 obtiene una fila y una columna, de forma que la matriz con todas las rutas presenta al final de la configuración n filas y n columnas, siendo n el número total de nodos de red 10, 12 en la red (incluido el maestro).

40

En paralelo a la matriz con todas las rutas se mantiene una "matriz con rutas inactivas" (véase la figura 3), que presenta las mismas dimensiones (n x n) que la matriz con todas las rutas y cuyo significado se detallará más adelante.

45

Durante la elaboración de la matriz con todas las rutas el maestro 12, que siempre ocupa la fila 0 y la columna 0, asigna primero, en función de la calidad de recepción, una fila y una columna a cada uno de los nodos de red 10 vecinos a su alcance directo y anota los enlaces o su calidad en la matriz con todas las rutas. De acuerdo con el ejemplo de la figura 1, el mejor enlace del maestro 12 es con el nodo de red NR4, de forma que el nodo de red NR4 se incorpora en la matriz directamente detrás del maestro. El segundo mejor enlace es el que existe con el nodo de red NR3, de modo que este se incorpora directamente después etc.

50

55

A continuación, el maestro 12 comienza a leer, por orden de calidad de la recepción, los nodos de red 10 vecinos, más concretamente sus listas de recepciones, y anota igualmente los enlaces conocidos en la matriz con todas las rutas. Esto se realiza con requisitos de almacenamiento mínimos para la calidad de conexión y la información de rutas. Cuando el maestro 12 ha leído todos los nodos de red 10 a su alcance en la red, la matriz con todas las rutas contiene todos los enlaces de los nodos de red 10, 12 entre sí, es decir que se conoce la topología completa de la red.

Si en la matriz con todas las rutas solo se almacena la información de si existe una conexión entre dos nodos de red

10, 12, se requiere para ello solo un bit. En general, los requisitos de almacenamiento de la matriz son proporcionales al número de nodos de red en la red y a la información guardada sobre rutas y la calidad de transmisión.

5 Con la ayuda de la matriz con todas las rutas se halla ahora para cada nodo de red 10 en la red una ruta preferida hacia el maestro 12 (enrutamiento). El punto de partida de cada identificación de ruta es el nodo de red 10 objetivo, es decir el nodo de red 10 que se ha de consultar. En primer lugar, se busca en la matriz con todas las rutas el primer registro introducido en la fila y/o columna del nodo de red 10 objetivo, como se muestra en la figura 4 arriba en el ejemplo del nodo de red objetivo NR6 (en este caso se busca en la fila). Si no se encuentra ningún registro en esta fila y/o columna, no hay enlace con el nodo de red objetivo en la red. Si se encuentra un registro en la fila y/o columna, se guarda el nodo de red 10 asociado como punto de paso (waypoint) de la ruta. En el ejemplo de la figura 4 es el nodo de red NR3.

15 La búsqueda continúa en la fila y/o columna del nodo de red 10 hallado previamente, como se muestra en la figura 4 abajo. Este proceso se repite hasta llegar a la columna o fila del maestro 12, que corresponde a la meta de la ruta buscada. Todos los nodos de red 10 guardados proporcionan juntos la ruta buscada, como se muestra en la figura 5. Puesto que todas las consultas de lectura (peticiones) posteriores parten del maestro 12, la ruta se guarda de forma inversa, como se muestra en la figura 6, de manera que cada ruta comienza en el maestro 12. Durante la búsqueda de la ruta se hace plausible la ruta hallada y se evita el enrutamiento de bucles.

20 La matriz con rutas inactivas mantenida en el maestro 12 en paralelo a la matriz con todas las rutas (figura 3) sirve para controlar los enlaces de comunicación entre los nodos de red 10, 12. En el caso de detectar un enlace defectuoso entre dos nodos de red 10, 12 en la red, se introduce en la matriz con rutas inactivas un registro que identifica un enlace alterado. En el ejemplo de la figura 3 se ha detectado un error en el enlace de comunicación entre los nodos de red NR3 y NR5.

25 Durante la identificación de rutas, los registros de la matriz con rutas inactivas se comparan con los de la matriz con todas las rutas y, en caso de coincidencia, se suprimen de la matriz con todas las rutas. Los enlaces borrados de este modo de la matriz con todas las rutas ya no están disponibles para la identificación de rutas y, dado el caso, se buscan rutas alternativas.

30 Al final de la configuración están depositadas en el maestro 12 las rutas preferidas hacia todos los nodos de red 10 de la red. Opcionalmente, el maestro 12 distribuye la información de enrutamiento a todos los nodos de red 10 de la red para que estos conozcan la estructura de la red.

35 La configuración completa de la red no requiere sincronización. Como ya se ha mencionado, la configuración (o partes de ella) se puede repetir dinámicamente para tener en cuenta los cambios en la red, como las alteraciones de los enlaces, la supresión o adición de nodos de red 10, 12, etc., y asegurar que las rutas están actualizadas.

40 A continuación se describe el proceso de transmisión de los datos de consumo desde los equipos de adquisición de datos hasta el maestro 12 a través de la red. En el funcionamiento inalámbrico primario los datos de consumo son emitidos por los equipos de adquisición de datos a intervalos de tiempo predeterminados en forma de telegramas inalámbricos (por ejemplo, cada día x de un mes) y recibidos por los nodos de red 10, 12 (incluido el maestro). No se prevé una asignación fija de los equipos de adquisición de datos a determinados nodos de red 10, 12, aunque en principio es posible.

45 Para evitar supresiones por solapamiento con telegramas inalámbricos de otros equipos de adquisición de datos, los datos de consumo se pueden emitir varias veces sucesivamente (por ejemplo varias veces a lo largo del día x). Los nodos de red 10, 12 se encuentran en el modo de recepción durante un periodo de tiempo que se correlaciona con el/los momento(s) predeterminado(s). En los nodos de red 10, 12 se almacenan los datos de consumo recibidos junto con el número de equipo u otro código de identificación único del equipo de adquisición de datos asociado.

50 El maestro 12 puede solicitar una transmisión de los datos de consumo dependiente o independientemente del momento de transmisión de los datos de consumo a los nodos de red 10, 12, iniciándose así el funcionamiento inalámbrico secundario. Durante el funcionamiento inalámbrico secundario, todos los nodos de red 10 se encuentran en el modo de radio Wake On.

Los datos de consumo se leen a partir de los nodos de red 10 usando las rutas fijadas durante la configuración de la red y transfiriendo al maestro 12, comenzando con el último nodo de red 10 de una ruta, los datos de consumo

almacenados temporalmente de todos los nodos de red 10 situados en la ruta hacia el maestro 12. La ventaja reside en que no es necesario leer explícitamente cada uno de los nodos de red 10 a partir del maestro 12.

El proceso de lectura prevé que un nodo de red 10 que recibe datos de consumo de un nodo de red 10 situado 5 detrás de él en la ruta (es decir, por lógica, más alejado del maestro 12) almacena temporalmente estos datos de consumo. El nodo de red 10 comprueba si los datos de consumo recibidos ya existen. En caso afirmativo, los desecha. Este proceso de filtro incluye criterios tales como la calidad de la recepción (valor RSSI), la actualidad de los datos, etc. Mediante el filtrado se descarta que los datos de consumo se transmitan dos veces por una misma ruta.

10

A partir de la indicación de ruta enviada junto con cada mensaje (código de identificación de todos los nodos de red 10, 12 de la ruta) un nodo de red 10 sabe que ha de transmitir los datos de consumo recibidos y a dónde los debe transferir. Filtra los datos recibidos y transmite los datos filtrados, así como los datos de consumo depositados en su propia memoria, a su vecino más próximo en la ruta en dirección al maestro 12. Gracias a la indicación de ruta se 15 pueden procesar, en principio, mensajes de varios maestros 12, ya que no existe ninguna relación fija entre los nodos de red 10 y un maestro 12 determinado.

Si el maestro 12 recibe por una ruta un paquete de datos de consumo sin errores, se anota para todos los nodos de red 10 de esta ruta que la transferencia de datos ha tenido éxito. El maestro 12 sabe entonces que ya no es 20 necesario consultar los nodos de red 10 de esta ruta.

Se sigue con la consulta del nodo de red 10 más alejado que todavía no haya sido consultado. En principio, siempre se intentará usar y consultar rutas de máxima longitud para abarcar en una consulta la mayor cantidad posible de nodos de red 10. No obstante, el número de nodos de red 10 en la ruta también se puede limitar intencionadamente.

25

En cualquier caso, la transmisión de los datos de consumo al maestro 12 es dirigida gracias al enrutamiento, y sigue las rutas halladas por el maestro 12 que se pueden adaptar dinámicamente.

Una vez recogidos todos los datos de consumo, la red vuelve a su estado inicial, en el que todos los nodos de red 30 10, 12 se encuentran en el modo de radio Wake On (modo de espera casi permanente). Por ello, en el estado inicial, es posible acceder a los nodos de red 10 prácticamente en cualquier momento. El acceso puede ser iniciado localmente por el maestro 12 o puede producirse a través de una red (pública) de área amplia. También se puede acceder con objeto de realizar un mantenimiento remoto o similar.

35 En principio, todos los nodos de red 10 en la red se seleccionan por su número de producción, es decir que no se produce una adjudicación explícita de direcciones a la red o los nodos de red.

En lugar o además de los valores RSSI, la determinación de la calidad de recepción de los enlaces de comunicación puede efectuarse mediante valores LQI (LQI significa indicador de calidad del enlace [Link Quality Indicator] y 40 representa un parámetro derivado de la energía recibida que se comunica junto con cada paquete de datos recibido).

En general, los paquetes enviados son confirmados por el receptor, de modo que en caso de error (error CRC, tipo desconocido, límite de tiempo, etc.) los paquetes se pueden volver a enviar (dado el caso varias veces).

45

De acuerdo con una ampliación de la idea inventiva, los equipos de adquisición de datos pueden incluirse en la red y considerarse nodos de red, igual que los recolectores de datos. En este caso, los equipos de adquisición de datos disponen adicionalmente, al igual que los recolectores de datos, de un módulo de recepción y de la funcionalidad de radio Wake On descrita, de forma que es posible consultar los equipos de adquisición de datos selectivamente y a 50 demanda por medio de un nodo de red 10, 12. Puede prescindirse entonces por completo de un control temporal.

De acuerdo con la ampliación, durante la configuración de la red los recolectores de datos (nodos de red 10, 12) también registran, además de los recolectores de datos vecinos a su alcance, los equipos de adquisición de datos a su alcance con su código de identificación (número de equipo). Esta información se comunica al maestro 12, de 55 forma que el maestro 12 es capaz de establecer rutas hasta los equipos de adquisición de datos para consultar los datos de consumo. Dado el caso, el maestro 12 distribuye la información a través de los enlaces de comunicación entre los equipos de adquisición de datos y los recolectores de datos a los demás nodos de red 10 o a toda la red, incluidos los equipos de adquisición de datos.

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la configuración de una red de nodos de red (10, 12) para la transmisión de datos de consumo desde equipos de adquisición de datos dispuestos de forma descentralizada a al menos un nodo de red maestro (12), comprendiendo el procedimiento la identificación de enlaces de comunicación bidireccional entre los nodos de red (10, 12) en los que están almacenados temporalmente los datos de consumo, **caracterizado porque** la comunicación entre los nodos de red (10, 12) durante la identificación de los enlaces de comunicación se basa en un concepto de radio Wake On, en el que el dispositivo de recepción de un nodo de red (10) pasa, a determinados intervalos de tiempo, de un modo de ahorro de energía a un modo receptor, en el que el dispositivo de recepción escucha durante un tiempo determinado por un canal de radio determinado, obteniendo el nodo de red maestro (12) información sobre los enlaces de comunicación entre los nodos de red (10, 12) individuales que es hallada por orden del nodo de red maestro (12) a partir de los nodos de red (10) individuales.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el nodo de red maestro (12) obtiene la información sobre los enlaces de comunicación incluyendo su calidad de recepción.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** cada nodo de red (10, 12) halla los nodos de red (10, 12) vecinos a su alcance directo y los transmite directa o indirectamente al nodo de red maestro.
4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado porque** cada nodo de red (10, 12) halla la calidad de recepción del enlace de comunicación asociado y la transmite directa o indirectamente al nodo de red maestro (12).
5. Procedimiento según la reivindicación 3 o 4, **caracterizado porque** cada nodo de red (10) elabora una lista de recepciones en la que se registran los códigos de identificación de los nodos de red (10, 12) vecinos recibidos y/o la calidad de recepción asociada.
6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado porque** la lista de recepciones se elabora por orden de calidad de la recepción.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el nodo de red maestro (12) recopila la información sobre los enlaces de comunicación en forma de una matriz con todas las rutas en la que se clasifica cada nodo de red (10, 12), comenzando con el nodo de red maestro (12), en función de la calidad de recepción.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** con la ayuda de la información sobre los enlaces de comunicación se hallan rutas preferidas entre los nodos de red (10) y el nodo de red maestro (12).
9. Procedimiento según la reivindicación 7 y 8, **caracterizado porque** una ruta preferida entre un nodo de red (10) objetivo y el nodo de red maestro (12) se halla buscando el primer registro introducido en la fila y/o columna del nodo de red (10) objetivo y hallando y guardando el nodo de red (10) asociado del registro y porque este proceso se puede volver a repetir hasta llegar a la columna y/o fila del nodo de red maestro (12), de manera que los nodos de red (10) hallados y guardados proporcionan una ruta desde el nodo de red (10) objetivo hasta el nodo de red maestro (12).
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizado porque** se establece una matriz con rutas inactivas construida como la matriz con todas las rutas y que obtiene registros sobre enlaces de comunicación defectuosos entre los nodos de red (10, 12), y porque con la ayuda de los registros en la matriz con rutas inactivas se borra información sobre los enlaces de comunicación correspondientes en la matriz con todas las rutas.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la información sobre los enlaces de comunicación se recopilan inmediatamente antes de transmitir al nodo de red maestro (12) los datos de consumo almacenados temporalmente en los nodos de red (10, 12).
12. Procedimiento para la transmisión de datos de consumo desde equipos de adquisición de datos dispuestos de forma descentralizada a al menos un nodo de red maestro (12) a través de una red de nodos de red

(10) configurada según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** la comunicación entre los nodos de red (10, 12) durante la transmisión de los datos de consumo se basa en un concepto de radio Wake On en el que el dispositivo de recepción de un nodo de red (10) pasa, a intervalos de tiempo determinados, de un modo de ahorro de energía a un modo de recepción, en el que el dispositivo de recepción escucha durante un tiempo 5 determinado por un canal de radio determinado.

13. Dispositivo para la transmisión de datos de consumo desde equipos de adquisición de datos dispuestos de forma descentralizada a un nodo de red maestro (12), que comprende varios nodos de red (10, 12) con dispositivos de emisión y recepción dispuestos de tal manera que cada nodo de red (10, 12) se encuentre al 10 menos en el alcance de recepción de otro nodo de red (10, 12) y al menos un nodo de red (10) se encuentre adicionalmente en el alcance de recepción del nodo de red maestro (12), **caracterizado porque** los nodos de red (10, 12) disponen de una funcionalidad de radio Wake On en la que el dispositivo de recepción de un nodo de red (10) pasa, a intervalos de tiempo determinados, de un modo de ahorro de energía a un modo de recepción, en el que el dispositivo de recepción escucha durante un tiempo determinado por un canal de radio determinado, estando 15 diseñado el nodo de red maestro (12) para recopilar información sobre los enlaces de comunicación entre los nodos de red (10, 12) individuales que es hallada por orden del nodo de red maestro (12) a partir de los nodos de red (10) individuales.

Fig. 1

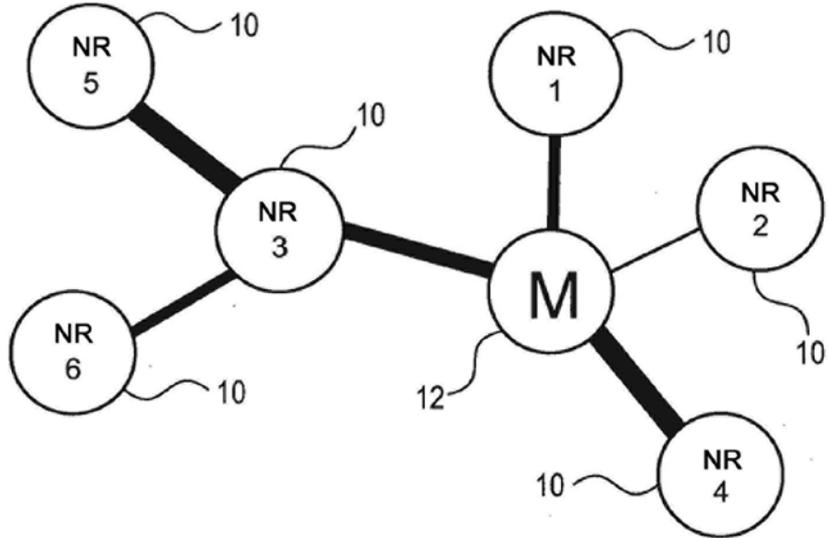


Fig. 2

Nodo de red	M	NR4	NR3	NR1	NR2	NR5	NR6
M		x	x	x	x		
NR4	x						
NR3	x					x	x
NR1	x						
NR2	x						
NR5			x				
NR6			x				

Fig. 3

Nodo de red	M	NR4	NR3	NR1	NR2	NR5	NR6
M							
NR4							
NR3						x	
NR1							
NR2							
NR5			x				
NR6							

Fig. 4

Nodo de red	M	NR4	NR3	NR1	NR2	NR5	NR6
M		x	x	x	x		
NR4	x						
NR3	x					x	x
NR1	x						
NR2	x						
NR5			x				
NR6			x				

Nodo de red	M	NR4	NR3	NR1	NR2	NR5	NR6
M		x	x	x	x		
NR4	x						
NR3	x					x	x
NR1	x						
NR2	x						
NR5			x				
NR6			x				

Fig. 5

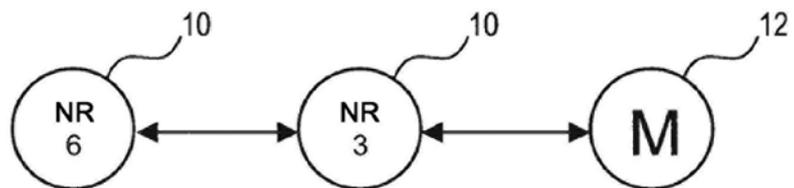


Fig. 6

