(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 629 990**

(21) Número de solicitud: 201630171

(51) Int. CI.:

H04W 4/00 (2009.01)
H04W 84/20 (2009.01)

(12) PATENTE DE INVENCIÓN CON EXAMEN PREVIO B2

(22) Fecha de presentación:

15.02.2016

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

17.08.2017

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

17.10.2017

Fecha de la concesión:

14.02.2018

(45) Fecha de publicación de la concesión:

21.02.2018

(73) Titular/es:

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (100.0%)
Ramiro de Maeztu 7
28040 Madrid ES

(72) Inventor/es:

BORDEL SANCHEZ, Borja;
PEREZ JIMENEZ, Marina;
ALCARRIA GARRIDO, Ramón Pablo y
ROBLES VALLADARES, Tomas Enrique

(74) Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

(54) Título: **Procedimiento y sistema de comunicaciones para sensores**

(57) Resumen:

Procedimiento y sistema de comunicación para sensores con capacidades heterogéneas comprendiendo al menos un dispositivo esclavo (7) con al menos un sensor (5) y un dispositivo maestro (6) comunicado con el esclavo (7) mediante un canal de radiofrecuencia (8) semi-dúplex a corta distancia. Maestro (6) y esclavo (7) comprenden:

- un microcontrolador (1), conectado a una cadena de modulación/adaptación de señal (2) y un transceptor (3) de acoplamiento, y a medios de almacenamiento (4);

y están configurados para:

- El maestro (6) enviar un mensaje a un esclavo (7) conteniendo la identificación y capacidades del maestro (6);
- El esclavo (7) en respuesta y tras un tiempo de espera, enviar un mensaje al maestro (6), indicando identificación del maestro (6) e identificación y capacidades del esclavo (7);
- En base a todas las respuestas y a unas preferencias de descargas, el maestro (6) habilita un modo de descarga de datos a uno o más esclavos (7) seleccionados.

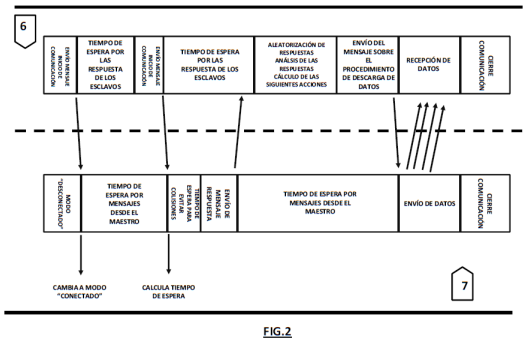

FIG.2

ES 2 629 990 B2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 40.2.8 LP 11/1986.

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y sistema de comunicaciones para sensores

OBJETO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se encuadra en el sector técnico de tecnologías de la información y las comunicaciones, más concretamente, en lo relativo a procedimientos de comunicaciones inalámbricas a corta distancia.

Más particularmente, la presente invención se refiere a un sistema y procedimiento de comunicaciones para descargar datos de sensores con diferentes prestaciones.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

Los procedimientos de comunicaciones, en general, se describen atendiendo a garantizar un cierto nivel de calidad en la comunicación. Bien tratan de reducir la latencia, el número de retransmisiones o de garantizar una cierta capacidad en el enlace, pero siempre lo hacen suponiendo un hardware de implementación homogéneo y de capacidad suficiente para ejecutar dicho procedimiento (como, por ejemplo, el procedimiento descrito en el documento ES2434317).

En los casos en los que el precio, objetivo o diseño de los dispositivos a comunicar no permiten incorporar las capacidades necesarias para ejecutar algún procedimiento; o bien se define un nuevo procedimiento adaptado a los dispositivos (totalmente nuevo e independiente), o bien se adapta uno existente, o se opta por acceder directamente al contenido de la memoria montando el dispositivo como parte del sistema de ficheros de un ordenador personal (mediante el uso, por ejemplo, de conexiones USB).

En el primer caso, modificar el procedimiento de comunicaciones implica modificar todos los dispositivos que se desea comunicar, incluso aquellos cuyas capacidades eran sobradamente adecuadas desde un principio. En el segundo caso, la interoperabilidad completa y/o la utilización práctica del procedimiento reducido no está garantizada sin imponer ciertos límites al proceso de comunicación. En el último supuesto, la intervención

humana es imprescindible, siendo muy difícil implementar soluciones automáticas (como ocurre en el procedimiento descrito en el documento ES2450170).

Así, sea cual sea la solución adoptada, la eficiencia del proceso se ve altamente afectada (debido a la necesidad de modificar un gran número de dispositivos, a infrautilizar los recursos disponibles o la inclusión del factor humano).

Esta situación, que puede producirse en cualquier ámbito donde intervengan dispositivos electrónicos, es especialmente importante en lo referente a despliegues de sensores. En dichos despliegues, es común encontrar dispositivos con capacidades heterogéneas que abarcan desde estaciones meteorológicas portables con gran capacidad de memoria y procesamiento, hasta sensores miniaturizados especializados y de muy bajos recursos. Si bien en algunas aplicaciones se busca la transmisión de los datos en tiempo real (para lo cual se describen procedimientos como el que encontramos en el documento ES2497342), en otras la adquisición de datos y el tratamiento de los mismos están completamente desacoplados, siendo necesario ejecutar un proceso de descarga de las mediciones.

Para automatizar este proceso, existen varios procedimientos de comunicación susceptibles de poder ser utilizados.

El documento ES2548877 describe un procedimiento para solicitar permiso para transmitir tráfico de una primera entidad a otra. El procedimiento descrito, sin embargo, no puede ser extendido de forma elemental a conjuntos de tres o más entidades (como sería el caso de un colectivo de sensores cuyos datos se desean descargar de forma masiva) al no abordar problemas como las colisiones de mensajes en el canal físico. Además, se trata de un procedimiento que no admite flexibilidad para adaptarse a las capacidades del hardware subyacente, con lo que la comunicación establecida puede desaprovechar parcialmente los recursos disponibles.

El documento ES2547542 describe un procedimiento de comunicaciones que permite comunicar dos estaciones base integrantes de un sistema móvil. Cuando los elementos que se pretende comunicar son estaciones base de sistemas móviles o similares, las capacidades de los dispositivos son altamente sobredimensionadas, disponen de suministro eléctrico constante, etc. por lo que su utilización en sensores aislados no es posible y/o resultaría altamente ineficiente. Este procedimiento mantiene los mismos problemas que el

anterior, además de estar orientado a grandes equipos que se comunican a grandes distancias, lo cual contradice los requisitos del escenario que, dentro del contexto de la presente invención, se considera posible escenario de aplicación.

Otras técnicas, como la descrita en ES2402264, hacen un uso extensivo del espectro radioeléctrico mediante la monitorización de varias bandas de frecuencia, para seleccionar aquella en la que la calidad de comunicación es mejor. Este procedimiento, además, se mezcla con técnicas de acceso múltiple en el tiempo para maximizar la eficiencia en la comunicación. De nuevo, sin embargo, este procedimiento no permite comunicar entidades que no puedan gestionar un uso tan extensivo del espectro radioeléctrico, en particular, no puede ser implementado en todos aquellos dispositivos que sólo puedan manejar un único canal de radiofrecuencia.

Además, en aplicaciones de descargas de datos, la señalización asociada al proceso de comunicación debe ser mínima y, en estos procedimientos, la señalización puede ser muy importante, al que exigir una gestión centralizada en uno de los dispositivos que se comunican.

A nivel comercial, tecnologías como la Identificación por Radiofrecuencia (RFID) también abordan la comunicación de datos mediante acoplamiento, pero sólo permiten transmitir unos poco Kb de información, a una distancia que, como mínimo es del orden de 5 centímetros.

A nivel logístico, todos los procesos para descargar los datos de sensores aislados (no conectados a una red) quedan obsoletos frente a un sistema que fuera capaz de realizar dicho proceso de forma autónoma (lo que permitiría una gestión mucho más eficiente y menos costosa en términos humanos y de costes).

El problema técnico objetivo que se presenta es pues proveer un método y medios de comunicación para la descarga de datos desde múltiples sensores, los cuales pueden tener capacidades de procesamiento y comunicación dispares, para descargar sus datos sin interferencias entre los diferentes sensores y con un consumo energético mínimo.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

La presente invención sirve para solucionar el problema mencionado anteriormente, resolviendo los inconvenientes que presentan las soluciones comentadas en el estado de la técnica, mediante un procedimiento de comunicación para la descarga de datos desde un conjunto de sensores que pueden tener prestaciones heterogéneas, hacia un dispositivo lector. El dispositivo lector se implementa en un módulo maestro, que se comunica con un conjunto de sensores, conectados a módulos esclavos y que no pueden comunicarse entre sí Los módulos esclavos, que sólo pueden comunicarse con el maestro, no pueden realizar una transmisión si no es en repuesta a una solicitud previa por parte del módulo maestro. Sólo entonces, los esclavos pueden descargar los datos de sus sensores hacia el lector del módulo maestro de forma masiva.

Un aspecto de la invención se refiere a un procedimiento de comunicación a corta distancia para sensores que comprende los siguientes pasos:

- Enviar un primer mensaje desde un dispositivo o módulo maestro hacia los esclavos indicando la identificación y capacidades del maestro.
- En respuesta, los esclavos transmiten un mensaje indicando su identificación, la del maestro y las capacidades de cada dispositivo esclavo.
- Una vez recibidas todas las respuestas, el módulo maestro las procesa de forma conjunta e individual, considera sus propias capacidades y las de los esclavos y las preferencias de descargas descritas en un fichero especialmente dedicado a ello. Y, en función de todo lo anterior, el módulo maestro permite la descarga de datos desde los diferentes esclavos.

Según posibles realizaciones de la invención, esta descarga de datos puede realizarse mediante uno o más de los siguientes posibles modos de descarga, o una posible combinación de los mismos:

- Conceder a un dispositivo esclavo concreto permiso para transmitir una cantidad de tráfico concreta.
- Conceder a un dispositivo esclavo concreto permiso para transmitir tráfico durante un periodo de tiempo concreto.
- Conceder a un conjunto de dispositivos esclavos la descarga total de sus datos.

- Asignar de forma permanente un radio canal a un dispositivo esclavo concreto para que lo emplee de forma indefinida en el tiempo para descargar sus datos.

Es posible que la concesión de permiso a un dispositivo esclavo concreto para transmitir una cantidad de tráfico concreta se dé por finalizada por el dispositivo maestro después de un tiempo de inactividad del dispositivo esclavo, aunque no se haya agotado el cupo de tráfico concedido.

Otro aspecto de la invención se refiere a un sistema que implementa el procedimiento de comunicación descrito anteriormente comprendiendo los siguientes componentes:

- Uno o más dispositivos esclavos que comprenden uno o varios sensores y un microcontrolador al que se conectan los sensores. Además, cada esclavo comprende una cadena de modulación y adaptación de señal y un transceptor basado en el fenómeno físico de acoplamiento (capacitivo o inductivo) a corta distancia. El dispositivo esclavo dispone también de medios de almacenamiento permanente de la información, por ejemplo, una memoria de sólo lectura (ROM), donde registrar los datos provenientes de los sensores. Un módulo esclavo sólo puede comunicarse con un módulo lector o maestro al mismo tiempo.

- El módulo lector que implementa el dispositivo maestro puede comunicarse con varios módulos esclavos al mismo tiempo. El dispositivo maestro consta de los mismos elementos que un esclavo, excluyendo el transductor (sensor). El dispositivo maestro comprende un microcontrolador al que se conecta una cadena de modulación y adaptación de señal. Dicha cadena finaliza en un transceptor basado en el fenómeno físico de acoplamiento (capacitivo o inductivo), de tal manera que el dispositivo maestro sólo puede comunicarse con aquellos esclavos situados a escasos milímetros de distancia o, idealmente, con los que tiene contacto. El dispositivo maestro dispone también de medios de almacenamiento permanente de la información.

Opcionalmente, el sistema puede cargar las baterías o fuente de alimentación del dispositivo esclavo mediante el fenómeno de acoplamiento con el dispositivo maestro.

Las ventajas de la presente invención con respecto a las soluciones del estado de la técnica anterior son fundamentalmente:

- Al emplear dispositivos lector (módulo maestro) y sensores (módulos esclavos) construidos con la arquitectura hardware descrita, que emplea señales de muy baja potencia, se logra una disminución en el consumo energético.

- Asimismo, el procedimiento de comunicación descrito permite disminuir las interferencias entre los módulos esclavos a la vez que se evitan todas las limitaciones legales en relación al uso del espectro radioeléctrico al no superar el umbral de potencia mínimo. Por tanto, la presente invención viene a solucionar el problema de colisiones de mensajes en el canal físico, que no resuelven soluciones existentes (como la descrita en ES2548877 comentada en los antecedentes de la invención). Y además hace un uso más eficiente del espectro radioeléctrico, a diferencia de otras soluciones existentes (como la descrita en ES2402264 comentada en los antecedentes de la invención).

- La presente invención presenta sinergias entre las ventajas del procedimiento de comunicación aquí descrito y el hardware de las distintas entidades del sistema, que redundan en un aumento de la eficiencia a todos los niveles.

- En función del tamaño/precio u objetivo de los sensores, que abarcan desde estaciones meteorológica portables hasta dispositivos de bajo precio (low-cost) las capacidades de procesamiento del microprocesador y las capacidades de comunicaciones de la etapa de modulación y adaptación de señal de los esclavos pueden variar ampliamente, pero el procedimiento descrito permite comunicar de forma indistinta a todos ellos (sin tener que definir versiones reducidas de un procedimiento más complejo, como es común hacer).

- Al emplear transceptores basados en acoplamiento, los módulos esclavos y el módulo maestro se comunicarán de forma inalámbrica, cuando entre ellos exista una distancia de apenas unos pocos milímetros (o haya contacto). Esto permitirá emplear señales de muy baja potencia, lo que disminuirá notablemente el consumo energético de la comunicación y evitará interferencias entre los esclavos.

- En instrumentos que no disponen de suministro eléctrico continuo, la duración de las baterías es un problema clave. La presente invención permite maximizar esta duración mediante la reducción drástica del consumo en comunicaciones (habitualmente el consumo más importante), gracias al uso de señales de potencia extremadamente baja,

como se ha comentado anteriormente, y a la definición de dos modos de funcionamiento (conectado y desconectado) de los dispositivos esclavos, como se detalla más adelante.

- Cuando procedimientos de comunicaciones muy complejos (que requieren amplios recursos hardware) se pretenden implementar en plataformas de bajos recursos, o bien se desestima su utilización o bien surgen versiones específicas y reducidas del procedimiento cuya interoperabilidad con la versión completa no está completamente garantizada. Implementar directamente una versión reducida en todos los dispositivos desaprovecha los recursos de aquellos elementos que sí podrían ejecutar procedimientos complejos. Con el procedimiento que aquí se describe, la comunicación se adapta a las prestaciones hardware de los elementos (uno a uno) maximizando la eficiencia en las comunicaciones con total compatibilidad.

- La invención está pensada para establecer comunicaciones inalámbricas entre dispositivos separados unos pocos milímetros o que tienen contacto. Otros sistemas de comunicaciones de corta distancia se mueven en el rango de los centímetros

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

A continuación se pasa a describir de manera muy breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una realización de dicha invención que se presenta como un ejemplo no limitativo de ésta.

FIGURA 1.- Muestra un diagrama de bloques de la arquitectura del sistema de comunicación para sensores basado en dispositivos esclavos y maestro, según una realización preferente de la invención.

FIGURA 2.- Muestra una representación esquemática de un cronograma del procedimiento de comunicación para sensores, para una descarga de completa de datos, según una posible realización de la invención.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCIÓN

En la Figura 1 se muestra un diagrama de bloques de la arquitectura de referencia para el hardware de los dispositivos maestro y esclavos que componen el sistema de comunicación

para sensores que se describe. El sistema comprende un dispositivo maestro (6) que conecta con al menos un dispositivo esclavo (7) mediante un enlace inalámbrico de muy corta distancia. Este enlace o canal de radiofrecuencia (8) es semi-dúplex. Tanto el dispositivo maestro (6) como cada dispositivo esclavo (7) comprenden un microcontrolador (1), al que se conecta una cadena de modulación y adaptación de señal (2) que excita un transceptor (3) basado en el fenómeno de acoplamiento, que puede ser capacitivo o inductivo. Al microcontrolador (1) se conectan también medios de almacenamiento (4) persistente de la información. En el caso del dispositivo esclavo (7), al microcontrolador (1) también se conecta un conjunto de uno o más sensores (5).

Sea cual sea la configuración hardware de los dispositivos maestro (6) y esclavo (7), todos poseen las siguientes propiedades:

- Todos los dispositivos, maestro (6) y esclavos (7), del sistema presentan un número de identificación o identidad único en el despliegue. En particular, las identificaciones de los dispositivos esclavos (7) pueden estar definidas de tal manera que de ellas pueda extraerse información como el tipo de sensor o sensores (5) a los que está conectado, por ejemplo, sensor de humedad, temperatura..., y/o la importancia relativa de dicho dispositivo esclavo (7) con respecto a otros esclavos del sistema que recogen datos de sensores. Estas identidades de dispositivos maestro (6) y esclavos (7) pueden asignarse de forma manual o automática, pero en ambos casos se dispone de un registro de las identidades asignadas, accesible por el dispositivo maestro (6). En caso de que las identificaciones de los dispositivos esclavos (7) no estén preparadas para poder extraer de ellas directamente la información relevante sobre los sensores (5), esta información de los sensores (5) puede asociarse en el registro descrito a la identificación del dispositivo esclavo (7) al que están conectados. Este registro puede estar guardado en los medios de almacenamiento (4) del dispositivo maestro (6) o del dispositivo esclavo (7).

- El sistema también dispone de un fichero descriptivo de las preferencias de descarga de los datos que puede ofrecer el dispositivo maestro (6). En dicho fichero, accesible por el dispositivo maestro (6), se indican los datos de qué tipo de sensores se deben descargar primero, cuales no deben descargarse o cualquier otro dato importante relativo al proceso de descarga. Este fichero

puede estar guardado en los medios de almacenamiento (4) del dispositivo maestro (6) o del dispositivo esclavo (7).

- Todos los dispositivos, maestro (6) y esclavos (7), del sistema cuentan también con una descripción de sus propias capacidades. Dicha descripción hace referencia tanto al microcontrolador (1) como a la cadena de modulación y adaptación de señal (2). Se puede tratar de una descripción explícita, donde se da valor a parámetros tales como “espacio de memoria” o “número de radiocanales”; o bien, esas capacidades se determinan a partir de un símbolo, por ejemplo, un número, que hace referencia a una categoría preestablecida, por ejemplo, “dispositivo de altas capacidades”.

- La cadena de modulación y adaptación de señal (2) de cada dispositivo maestro (6) y esclavo (7), emplea un radiocanal semi-duplex, con envío de información bidireccional pero no necesariamente simultáneo, capaz de modular al menos una única portadora, que se denota aquí como $f_{publica}$.

Para los dispositivos esclavos (7) se definen dos modos de funcionamiento, con el fin de aumentar la eficiencia energética del sistema:

- Modo conectado: En este modo los dispositivos esclavos (7) mantienen activo todo el hardware, especialmente la cadena de modulación y adaptación de señal (2). En este modo los dispositivos esclavos (7) pueden recibir, procesar y contestar a los mensajes del módulo maestro (6).

- Modo desconectado: En este modo los dispositivos esclavos (7) desconectan todo el hardware, salvo los sensores (5) y los elementos del microcontrolador (1) necesarios para su operación. En este modo los dispositivos esclavos (7) inspeccionan la frecuencia $f_{publica}$. Y cuando a tal frecuencia aparece potencia, los dispositivos esclavos (7) cambian a “modo conectado”.

Con todo esto, el sistema implementa un procedimiento para descargar datos desde un conjunto de sensores (5) de capacidades heterogéneas, conectados a los módulos esclavos (7), hacia un dispositivo lector que es el módulo maestro (6), como sigue:

- El dispositivo maestro (6) envía de forma periódica, en la frecuencia $f_{publica}$ un mensaje de inicio de comunicación. En este mensaje consta la identificación del maestro (6) y la descripción de sus capacidades, almacenada en los medios de almacenamiento (4) del dispositivo maestro (6). Tras finalizar el envío, el maestro (6) pasa a escuchar en la frecuencia $f_{publica}$ en busca de respuesta por parte de algún dispositivo esclavo (7).

- Al recibir potencia a la frecuencia $f_{publica}$, los dispositivos esclavos (7) cambian a "modo conectado". Al encontrase previamente en "modo desconectado" el primer mensaje enviado por el maestro (6) no puede ser recibido y procesado por los dispositivos esclavos (7). Cuando los dispositivos esclavos (7) escuchan un segundo mensaje de inicio de comunicación, que el maestro (6) envía de forma periódica, cada esclavo (7) calcula un tiempo de espera de forma independiente. Para ello emplean una función discreta inyectiva creciente y definida positiva, que toma como variable la identificación del esclavo (7). Dicha función, como la que se describe más adelante en un ejemplo de implementación, es tal que la separación mínima entre dos tiempos calculados mediante ella es mayor que el tiempo necesario para que un módulo esclavo (7) transmita su respuesta hacia el módulo maestro (6). Con dicho tiempo, cada módulo esclavo (7) arranca un temporizador. Al finalizar el contador de tiempo, el módulo esclavo (7) transmite su respuesta. Se evita de esta forma colisiones en el radiocanal semi-dúplex.

- La respuesta del esclavo (7) incluye su identificación, la del módulo maestro (6) al que va dirigida, las características de los datos que producen sus sensores (5), como por ejemplo la longitud en bits de sus datos, y la descripción de sus capacidades, que el dispositivo esclavo (7) mantiene almacenada en sus medios de almacenamiento (4). Opcionalmente, el dispositivo esclavo (7) puede incluir una solicitud de uso de alguno de los recursos concretos que el maestro (6) ha podido anunciar en el mensaje de inicio de comunicación. Si un módulo esclavo (7), tras procesar el mensaje de inicio comunicación, no desea descargar sus datos hacia ese módulo maestro (6), no envía respuesta alguna. El envío desde cada módulo esclavo (7) se realiza modulando la frecuencia $f_{publica}$. Tras ello todos los módulos esclavos

(7) entran en una fase de espera hasta que se recibe repuesta del módulo maestro (6).

- El módulo maestro (6) permanece escuchando en la frecuencia $f_{publica}$ el tiempo suficiente para que todos los módulos esclavos (7) del despliegue puedan responder. El maestro (6) almacena todas las respuestas en una cola de sus medios de almacenamiento (4). Si dicha cola no tiene capacidad suficiente, algunas respuestas pueden ser descartadas siguiendo una política de descarte, por ejemplo: se descartan las últimas respuestas, las primeras, de forma aleatoria, etc. Una vez recibidas todas las respuestas, el módulo maestro (6) las ordena de forma aleatoria. Se busca no penalizar de esta forma a aquellos esclavos (7) que esperaron más tiempo para transmitir su repuesta. El dispositivo maestro (6) procede entonces a realizar un procesado grupal e individual de las respuestas de los módulos esclavos (7).

- Considerando las capacidades recibidas de cada uno de los dispositivos esclavos (7), las propias del dispositivo maestro (6) y el fichero de preferencias al que accede, el dispositivo maestro (6) puede optar por ejecutar alguna de las siguientes acciones para descargar los datos desde los sensores (5), de forma que se maximiza la utilización de los recursos disponibles:

    A) Conceder permiso para transmitir una cantidad de tráfico concreta a un dispositivo esclavo (7) concreto. Para ello el módulo maestro (6) envía un mensaje indicando, al menos, su identificación, la del módulo esclavo (7) destino y la cantidad de tráfico permitida. Tras recibir el mensaje, el dispositivo esclavo (7) puede enviar datos de sus sensores (5) hasta completar la cantidad de tráfico concedida. Si pasado un cierto tiempo la descarga no ha comenzado o se ha interrumpido, el dispositivo maestro (6) da por finalizada la acción. En función de las capacidades de la cadena de modulación y adaptación de señal (2) de ambos dispositivos maestro (6) y esclavo (7), la descarga puede hacerse en el radio canal $f_{publica}$ o en otro que el maestro (6) puede seleccionar.

    B) Conceder permiso para transmitir tráfico a un dispositivo esclavo (7) concreto durante un periodo de tiempo concreto. Para ello, el módulo maestro (6) envía un mensaje indicando, al menos, su identificación, la del

módulo esclavo (7) destino y la cantidad de tiempo asignado. Tras recibir el mensaje, el dispositivo esclavo (7) puede enviar datos de sus sensores (5) hasta completar el tiempo concedido. Cumplido el tiempo, el dispositivo maestro (6) da por finalizada la acción. En función de las capacidades de la cadena de modulación y adaptación de señal (2) de ambos dispositivos maestro (6) y esclavo (7), la descarga puede hacerse en el radio canal $f_{publica}$ o en otro que el maestro (6) seleccione.

C) Permitir a un conjunto de dispositivos esclavos (7) la descarga total de sus datos. Para ello el módulo maestro (6) envía un mensaje indicando su propia identificación y la lista de los dispositivos esclavos (7) a los que se permite la descarga. La lista puede venir dada por extensión, citando a todos los dispositivos, o por medio de alguna propiedad común, por ejemplo, tipo de sensor, importancia, etc. Al recibir el mensaje, todos los módulos esclavos (7) del conjunto que quieren responder arrancan un algoritmo que determina el tiempo que cada sensor (5) individual puede estar transmitiendo datos, y el tiempo que debe esperar hasta que pueda volver a transmitir. Dicho algoritmo debe tomar como entrada, al menos, la identificación del módulo esclavo (6), aunque puede también utilizar otros parámetros como el número de sensores (5) que van a descargar datos. Cuando un dispositivo esclavo (7) finaliza la transmisión, permanece inactivo. Cuando durante un periodo de transmisión el maestro (6) no recibe datos de ninguno de los esclavos (7) del conjunto, entiende que la descarga ha concluido y se da por finalizada la acción. En función de las capacidades de la cadena de modulación y adaptación de señal (2) de los dispositivos maestro (6) y esclavo (7), la descarga puede hacerse en el radio canal $f_{publica}$ o en otro que el maestro (6) haya seleccionado, y en este último caso, se exige que todos los esclavos (7) del conjunto puedan transmitir en el radiocanal indicado.

D) Asignar de forma permanente un radio canal a un dispositivo esclavo (7) para que lo emplee de forma indefinida. Para ello el módulo maestro (6) envía un mensaje indicando, al menos, su propia identificación, la del esclavo (7) al que se dirige la concesión y la frecuencia que se la ha asignado. Al recibir el mensaje, el módulo esclavo (7) se desplaza al nuevo canal y transmite un mensaje de aceptación, con lo que el recurso

queda reservado en exclusiva. Periódicamente el maestro (6) comprueba que sigue existiendo conectividad con el módulo esclavo (7), y cuando ésta no exista, la concesión queda cancelada, el recurso liberado y la acción se da por finalizada.

También será posible ejecutar una sucesión de las acciones anteriores.

En los casos en los que el maestro (6) es capaz de gestionar el uso de varios radiocanales de forma simultánea, sitúa la transmisión de los esclavos (7) en varios de ellos y puede llevar a cabo varios procesos de descarga de forma simultánea.

En el caso de que esto no sea posible, el maestro (6) puede ejecutar varios procesos de descarga en cascada, teniendo en cuenta que para iniciar una debe haber finalizado completamente la precedente

Una vez atendidas todas las respuestas recibidas desde los dispositivos esclavos (7), el dispositivo maestro (6) reinicia el proceso, en busca de nuevos dispositivos.

Conforme los dispositivos esclavos (7) son retirados del módulo maestro (6), los dispositivos esclavos (7) entran de nuevo en “modo desconectado”.

La Figura 2 muestra un cronograma resumen del procedimiento de comunicación entre el dispositivo maestro (6) y el dispositivo esclavo (7), para el caso en que el dispositivo esclavo (7) acepta una preferencia de descarga completa de sus datos ofrecida por el dispositivo maestro (6).

En una posible implementación específica del procedimiento se asignan identificadores a todos los módulos esclavos (7) formados por números de cuatro cifras: las dos primeras definen el tipo de sensor, por ejemplo, “11” para sensores de temperatura, “22” para sensores de humedad y “33” para sensores de presencia, y el resto de valores no tiene tipo asignado; y las dos siguientes son para referirse al número de sensor (5) concreto de ese tipo. El identificador “0000” corresponde a la identificación del módulo maestro (6).

Todos los dispositivos maestro (6) y esclavos (7) pueden utilizar la frecuencia de $f_{publica}$ = 13.56MHz como portadora del radiocanal semi-duplex.

Las capacidades de los dispositivos maestro (6) y esclavos (7) quedan descritas mediante números del 1 al 3, que identifican las categorías siguientes:

- Número 1: Dispositivos de capacidades muy reducidas. Sólo pueden manejar el canal $f_{publica}$ y no poseen capacidad de proceso para ejecutar algoritmos complejos
- Número 2: Dispositivos de capacidades medias. Manejan el canal $f_{publica}$ y un segundo canal semi-duplex f_{datos}. Poseen capacidad para ejecutar algoritmos complejos
- Número 3: Dispositivos de altas capacidades. Manejan varios radiocanales y poseen capacidades de proceso suficientes como para realizar procesado digital de señales.

En una posible implementación, como función discreta inyectiva creciente y definida positiva para el cálculo del tiempo de espera por parte de los dispositivos esclavos (7) se utiliza:

$$T = \frac{identificacion}{100}(ms)$$

El algoritmo que permite a los dispositivos esclavos (7) descargar datos hacia el maestro (6) cuando éste concede la descarga total de datos a un conjunto es el siguiente:

$$T_{transmisión} = \frac{identificacion}{10}(ms)$$

$$T_{espera\ entre\ transmisiones} = cardinal\ del\ conjunto \cdot (T_{transmisión} + 1)$$

Finalmente, los tiempos tras los cuales se dan por concluidas las distintas acciones son:

- En el caso de conceder la transmisión de una cierta cantidad de tráfico, la acción queda finalizada tras 150 ms de inactividad
- En el caso de conceder en exclusiva un radiocanal a un dispositivo esclavo (7), la reserva queda cancelada tras 5 segundos sin conectividad.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de comunicación para sensores con capacidades heterogéneas, **caracterizado por que** comprende los siguientes pasos:

   - enviar un primer mensaje, a través de un canal de radiofrecuencia (8) para comunicación inalámbrica a corta distancia, desde un dispositivo maestro (6) hacia al menos un dispositivo esclavo (7), donde el dispositivo esclavo (7) sólo puede comunicarse con el dispositivo maestro (6) y no puede realizar una transmisión si no es en repuesta a una solicitud previa por parte del dispositivo maestro (6), donde el dispositivo esclavo (7) comprende unos sensores (5); indicando en el primer mensaje una identificación única del dispositivo maestro (6) y unas capacidades de comunicación y procesamiento de datos descritas para el dispositivo maestro (6);
   - en respuesta al primer mensaje y a través del canal de radiofrecuencia (8), enviar desde el, al menos un, dispositivo esclavo (7) y tras un tiempo de espera, un mensaje de respuesta al dispositivo maestro (6), indicando en el mensaje de respuesta la identificación del dispositivo maestro (6), una identificación única del dispositivo esclavo (7) y unas capacidades de comunicación y procesamiento de datos descritas para el dispositivo esclavo (7);
   - tras recibir el mensaje de respuesta de todos los dispositivos esclavos (7) a los que el dispositivo maestro (6) mandó el primer mensaje, el dispositivo maestro (6) habilita la descarga de datos, mediante un modo de descarga determinado, desde los sensores (5) de al menos un dispositivo esclavo (7) seleccionado por el dispositivo maestro (6) en base a todos los mensajes de respuesta considerados de forma conjunta e individual, y el modo de descarga es determinado por el dispositivo maestro (6) en base a las capacidades descritas para el dispositivo maestro (6) y el dispositivo esclavo (7) seleccionado y en base a unas preferencias de descargas descritas para los sensores (5) del dispositivo esclavo (7) seleccionado.

2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el dispositivo maestro (6) habilita la descarga de datos, mediante uno o más de los siguientes posibles modos de descarga:
   a. Conceder al dispositivo esclavo (7) seleccionado permiso para transmitir una cantidad de tráfico predefinida.
   b. Conceder a un dispositivo esclavo (7) seleccionado permiso para transmitir tráfico durante un periodo de tiempo predefinido.

c. Conceder a una pluralidad de dispositivos esclavos (7) seleccionados la descarga total de los datos de todos sus sensores (5).
d. Asignar de forma permanente un canal de radiofrecuencia (8) a un dispositivo esclavo (7) seleccionado para descargar los datos de sus sensores (5).

3. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el dispositivo maestro (6) habilita múltiples descargas de datos para ser ejecutadas en cascada, iniciando cada descarga de datos cuando finaliza la anterior.

4. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el dispositivo maestro (6) habilita la descarga de datos simultánea, en una pluralidad de canales de radiofrecuencia (8), a una pluralidad de dispositivos esclavos (7).

5. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el canal de radiofrecuencia (8) entre el dispositivo maestro (6) hacia el, al menos un, dispositivo esclavo (7) es semi-dúplex.

6. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** las preferencias de descargas están descritas en un fichero accesible para el dispositivo maestro (6).

7. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el mensaje de respuesta de los dispositivos esclavos (7) además contiene una solicitud para un recurso hardware indicado por el dispositivo maestro (6) en el primer mensaje.

8. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** las capacidades para el dispositivo maestro (6) y el dispositivo esclavo (7) están descritas mediante una serie de parámetros hardware del dispositivo maestro (6) y el dispositivo esclavo (7) respectivamente.

9. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** las capacidades para el dispositivo maestro (6) y el dispositivo esclavo (7) están descritas por un símbolo alfanumérico que representa

una categoría de dispositivo.

10. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado por que** la categoría de dispositivo se selecciona entre dispositivo maestro (6) y dispositivo esclavo (7), y para el dispositivo esclavo (7) la categoría de dispositivo además indica un tipo de sensores (5).

11. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el tiempo de espera para el envío del mensaje de respuesta desde el dispositivo esclavo (7) se calcula mediante una función inyectiva creciente y definida positiva que toma como parámetro la identificación única del dispositivo esclavo (7).

12. Un sistema de comunicación para sensores con capacidades heterogéneas, **caracterizado por que** comprende:

- al menos un dispositivo esclavo (7) que comprende al menos un sensor (5) y un dispositivo maestro (6) que conecta con el, al menos un, dispositivo esclavo (7) mediante un canal de radiofrecuencia (8) semi-dúplex; el dispositivo maestro (6) y el dispositivo esclavo (7), ambos comprendiendo:
    - un microcontrolador (1), al que se conecta una cadena de modulación y adaptación de señal (2) que excita un transceptor (3) basado en acoplamiento, y al microcontrolador (1) se conectan medios de almacenamiento (4) persistente de la información;

donde el dispositivo maestro (6) y cada dispositivo esclavo (7) al que se conecta están configurados para implementar el procedimiento definido en las reivindicaciones 1-11.

13. El sistema de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado por que** el transceptor (3) está basado en acoplamiento, que se selecciona entre capacitivo e inductivo.

14. El sistema de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado por que** el microcontrolador (1) está conectado al, al menos un, sensor (5).

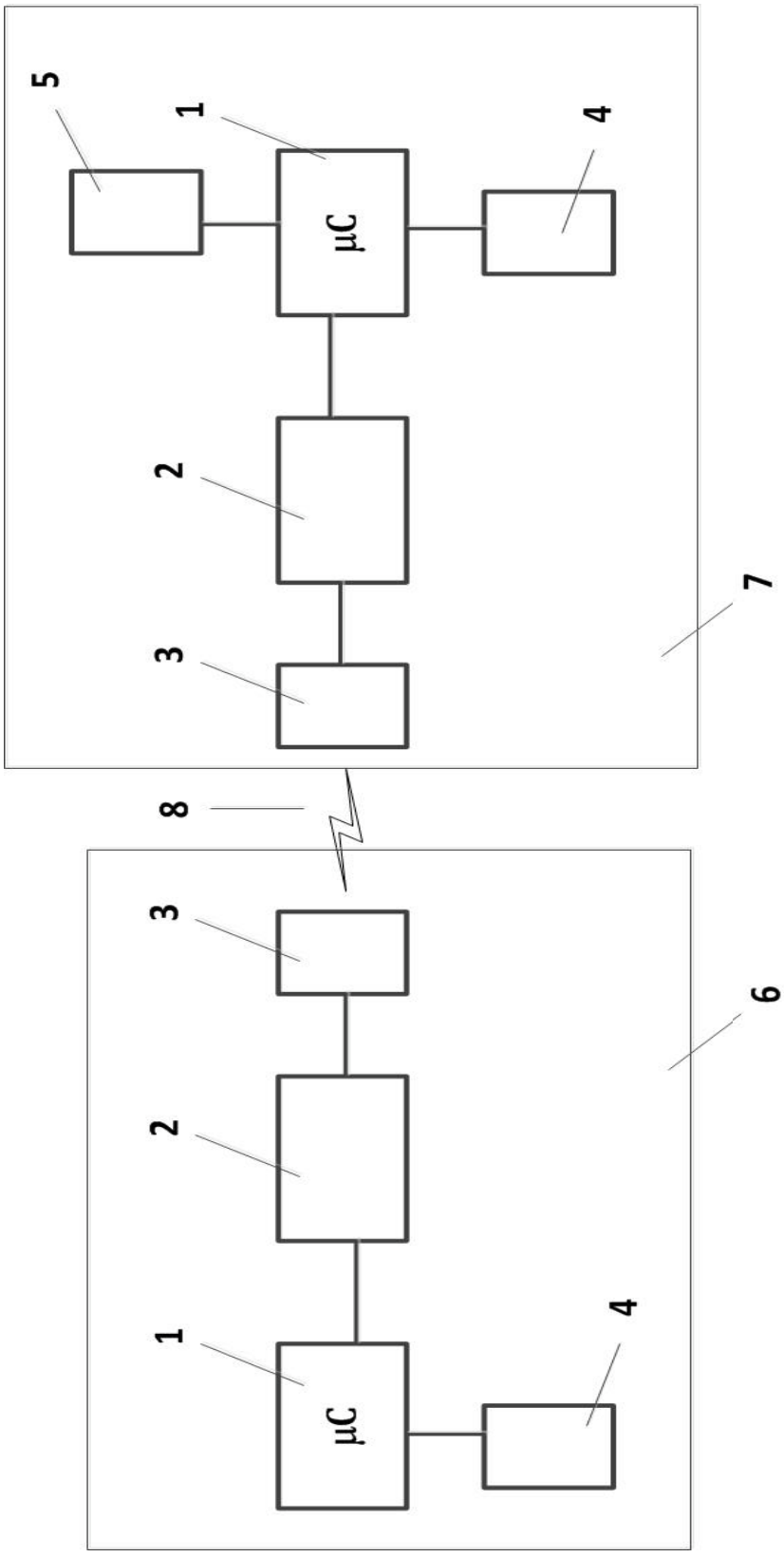

FIG.1

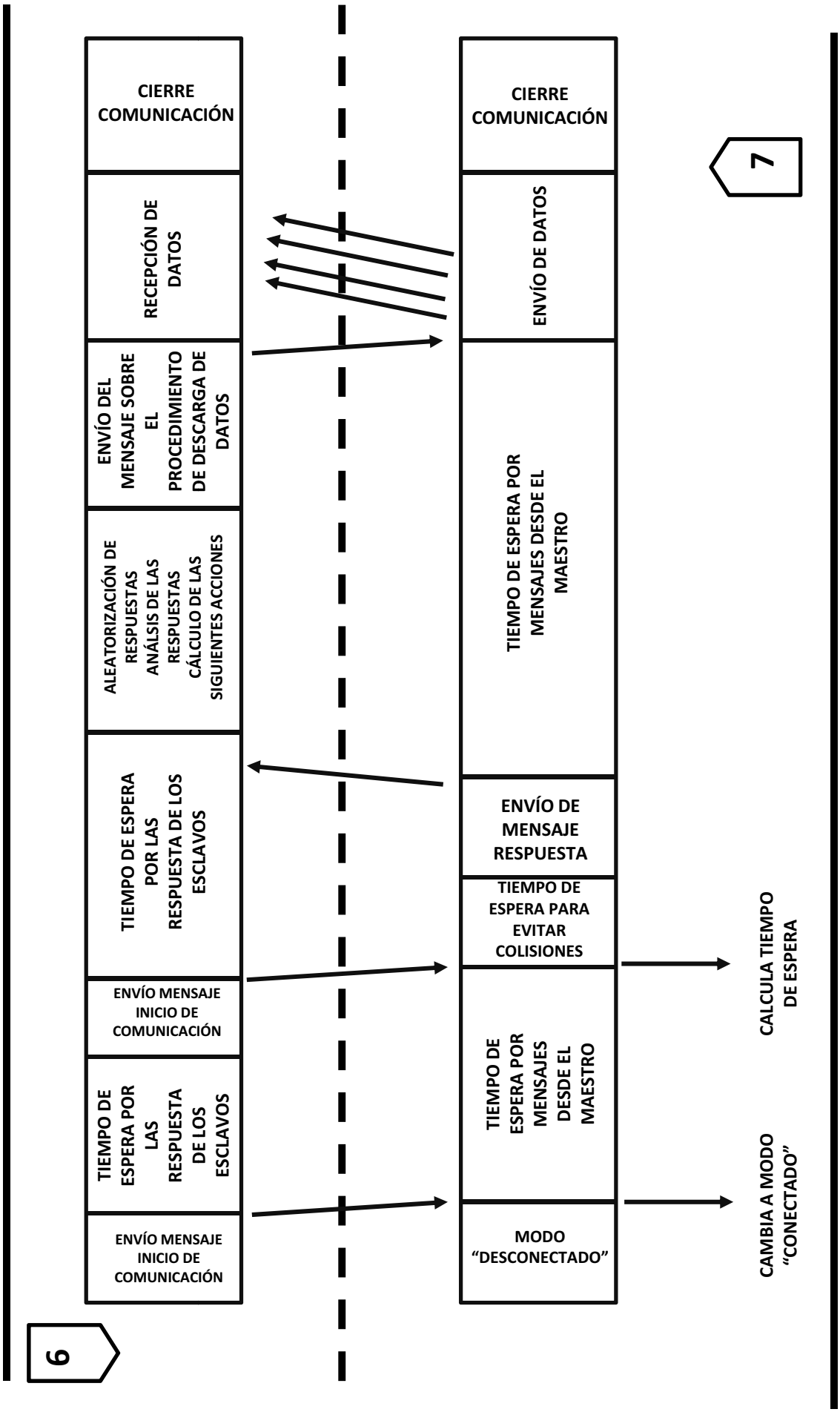
6
CIERRE COMUNICACIÓN
RECEPCIÓN DE DATOS
ENVÍO DEL MENSAJE SOBRE EL PROCEDIMIENTO DE DESCARGA DE DATOS
ALEATORIZACIÓN DE RESPUESTAS
ANÁLISIS DE LAS RESPUESTAS
CÁLCULO DE LAS SIGUIENTES ACCIONES
TIEMPO DE ESPERA POR LAS RESPUESTA DE LOS ESCLAVOS
ENVÍO MENSAJE INICIO DE COMUNICACIÓN
TIEMPO DE ESPERA POR LAS RESPUESTA DE LOS ESCLAVOS
ENVÍO MENSAJE INICIO DE COMUNICACIÓN
7
CIERRE COMUNICACIÓN
ENVÍO DE DATOS
TIEMPO DE ESPERA POR MENSAJES DESDE EL MAESTRO
ENVÍO DE MENSAJE RESPUESTA
TIEMPO DE ESPERA PARA EVITAR COLISIONES
TIEMPO DE ESPERA POR MENSAJES DESDE EL MAESTRO
MODO "DESCONECTADO"
CALCULA TIEMPO DE ESPERA
CAMBIA A MODO "CONECTADO"

FIG.2

OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(21) N.º solicitud: 201630171

(22) Fecha de presentación de la solicitud: 15.02.2016

(32) Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(51) **Int. Cl. :** ***H04W4/00*** (2009.01)
H04W84/20 (2009.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	**(56) Documentos citados**	**Reivindicaciones afectadas**
X	US 2007115827 A1 (BOEHNKE RALF et al.) 24/05/2007, resumen; figuras 1, 3, 5, 6; párrafos [23-25,56,61-86,93,97,103,109-126,133-141] .	1-14
A	US 4685149 A (SMITH DALE K et al.) 04/08/1987, resumen; reivindicación 1.	1-14

Categoría de los documentos citados
X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica
O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones ☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe	**Examinador**	**Página**
13.12.2016	B. Pérez García	1/5

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H04W

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, INSPEC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 13.12.2016

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	1 - 14	**SI**
	Reivindicaciones		**NO**
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones		**SI**
	Reivindicaciones	1 - 14	**NO**

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 2007115827 A1 (BOEHNKE RALF et al.)	24.05.2007
D02	US 4685149 A (SMITH DALE K et al.)	04.08.1987

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

Se considera D01 el documento del estado de la técnica anterior más cercano al objeto de la invención.

Siguiendo la redacción de la primera reivindicación, D01 describe un procedimiento de comunicación para sensores con capacidades heterogéneas *(heterogeneous wireless sensor network)*, caracterizado porque comprende los siguientes pasos:
- enviar un primer mensaje *(s3a)*, a través de un canal de radiofrecuencia *(A2P)* para comunicación inalámbrica a corta distancia *(figs 1 y 3)*, desde un dispositivo maestro *(PU)* hacia al menos un dispositivo esclavo *(SA, SP)* que comprende unos sensores *(SSA)*, indicando en el primer mensaje una identificación única del dispositivo maestro *(párrafo 124; s3a');*
- en respuesta al primer mensaje y a través del canal de radiofrecuencia, enviar desde el, al menos un, dispositivo esclavo *(SA, SP)* y tras un tiempo de espera *(párrafo 115)*, un mensaje de respuesta al dispositivo maestro *(PU)*;
- tras recibir el mensaje de respuesta de todos los dispositivos esclavos a los que el dispositivo maestro mandó el primer mensaje, el dispositivo maestro habilita la descarga de datos, mediante un modo de descarga determinado *(párrafo 56, 93)*, desde los sensores de al menos un dispositivo esclavo seleccionado por el dispositivo maestro en base a todos los mensajes de respuesta considerados de forma conjunta e individual, y el modo de descarga es determinado por el dispositivo maestro en base a las capacidades descritas para el dispositivo maestro y el dispositivo esclavo seleccionado y en base a unas preferencias de descargas descritas para los sensores del dispositivo esclavo seleccionado *(párrafo 115, 133 y 134)*.

Existe una diferencia entre D01 y la primera reivindicación. En ésta se cita explícitamente que en el intercambio de mensajes realizado se indican las capacidades del emisor del mensaje (maestro o esclavo).
D01 por su parte hace incapié en que la invención se aplica a redes heterogéneas compuestas por nodos con distintas capacidades (PU, SA y SP). En el párrafo 138 de D01, se expone un ejemplo de aplicación de la invención, donde se detalla que "el nodo maestro PU muestrea todos los nodos dentro de su aura, los identifica y clasifica como SAs ó SPs respectivamente". Es decir, identifica las capacidades de los esclavos. Después hace la fase de selección de los nodos a los que interrogar (párrafo 133).

Aunque no se indican de forma específica las capacidades de los nodos (maestro/esclavo) en el intercambio de mensajes, esta indicación se puede considerar que sí se realiza ya que el nodo maestro PU clasifica los esclavos y decide de quién quiere obtener la información de los sensores asociados al esclavo (envío de mensajes broadcast, unicast o multicast). Es decir, esta reivindicación no cumple el requisito de actividad inventiva para un experto en la materia, definido en el Art. 8 de la Ley Española de Patentes.

La segunda reivindicación complementa a la anterior habilitando la descarga de datos, mediante uno o varios posibles modos de descarga. En la figura 5.8 de D01 se puede apreciar cómo mientras existan datos para transmitir, el dispositivo esclavo tendrá permiso para enviar la información de sus sensores. El párrafo 135 de D01 describe que el maestro señaliza el canal y la frecuencia para indicar que está ocupado en la transmisión o que se utilizan diferentes radiofrecuencias para compartir el medio. Son distintas opciones que anticipan la segunda reivindicación. Sin actividad inventiva.

El ciclo de descarga en cascada de la tercera reivindicación, queda anticipado por los párrafos 139 y 140 de D01. No tiene actividad inventiva.

La cuarta reivindicación define que el dispositivo maestro habilita la descarga de datos simultánea, en una pluralidad de canales de radiofrecuencia, a una pluralidad de dispositivos esclavos.
Su actividad inventiva queda anulada por los párrafos 103, 134 y 135.

La reivindicación quinta añade que el canal de radiofrecuencia entre el dispositivo maestro hacia el, al menos un, dispositivo esclavo es semi-dúplex. Esta característica se presenta en D01 (párrafo 61).

La sexta reivindicación únicamente menciona que las preferencias de descargas están descritas en un fichero accesible para el dispositivo maestro. D01 clasifica los nodos esclavos por sus capacidades y dónde estén descritas éstas no es una característica relevante. Sin actividad inventiva.

Las reivindicaciones 7-10 especifican detalles de los mensajes intercambiados y cómo se describen las capacidades del maestro y del esclavo. Se trata de características que no contribuyen al resultado técnico de la invención y no producen un efecto técnico significativo. Por tanto, no tienen actividad inventiva.

La undécima reivindicación define el cálculo del tiempo de espera de envío del mensaje. Se trata de una opción de diseño para evitar la colisión. En D01 se puede utilizar CSMA/CA o utilizar la dirección de red para calcular el tiempo de espera. El efecto técnico que se consigue es semejante, y por tanto, carece de actividad inventiva.

Las reivindicaciones 12-14 describen el sistema que implementa el método anterior y corren la misma suerte que éste *(ver párrafos 75-84)* por tanto, no presentan actividad inventiva.

En resumen, la solicitud presentada no tiene actividad inventiva para un experto en la materia, según el Art. 8 de la Ley Española de Patentes.