

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 086**

51 Int. Cl.:
H04L 12/40 (2006.01)
H04L 12/24 (2006.01)
H04L 29/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **10708996 .3**
96 Fecha de presentación: **16.03.2010**
97 Número de publicación de la solicitud: **2297902**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.03.2011**

54 Título: **Módulo acelerador de protocolo con función de transmisión de paquetes y método de funcionamiento para un transceptor para la transmisión rápida de paquetes de datos**

30 Prioridad:
24.03.2009 DE 102009001821

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
21.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
21.11.2012

73 Titular/es:
**IHP GMBH-INNOVATIONS FOR HIGH
PERFORMANCE MICROELECTRONICS /
LEIBNIZ-INSTITUT FÜR INNOVATIVE
MIKROELEKTRONIK (100.0%)
Im Technologiepark 25
15236 Frankfurt / Oder, DE**

72 Inventor/es:
**DIETTERLE, DANIEL y
LANGENDÖRFER, PETER**

74 Agente/Representante:
ISERN CUYAS, María Luisa

ES 2 391 086 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

Módulo acelerador de protocolo con función de transmisión de paquetes y método de funcionamiento para un transceptor para la transmisión rápida de paquetes de datos.

5 La presente invención se refiere a un módulo acelerador de protocolo para un nivel de protocolo de transmisión de datos de un emisor-receptor, en particular, pero no exclusivamente, para la transferencia rápida de paquetes de datos en redes inalámbricas de sensores en el método de multiplexación por división de tiempo según la norma IEEE 802.15.4.

10 La invención se refiere además a un procedimiento operativo para un emisor-receptor, destinado a la transferencia rápida de paquetes de datos, también en particular, pero no exclusivamente, en redes inalámbricas de sensores en el método de multiplexación por división de tiempo según la norma IEEE 802.15.4.

15 La norma IEEE 802.15.4 establece protocolos para la primera capa, la capa física, y para partes de la segunda capa, la capa de acceso al medio de la capa de protección de datos, del modelo de referencia ISO/OSI (International Standardization Organisation / Open Systems Interconnection).

20 La norma mencionada soporta una comunicación inalámbrica en una red de radio en la que unos emisores-receptores de la red envían y reciben paquetes de datos con tasas de transmisión de datos de hasta 250 kilobits por segundo (kbps). Apunta especialmente a una complejidad muy pequeña de la estructura de red, que, gracias a los pequeños requisitos de sistema, permite a los emisores-receptores implicados un funcionamiento de batería de varios meses y posiblemente varios años de duración. Las distancias entre los emisores-receptores respectivos de una red de esta norma son habitualmente de unos metros, como por ejemplo 10 m. La norma se aplica por ejemplo en redes de sensores empleadas en la técnica de automatización de la producción o en juguetes interactivos.

25 A continuación se describe más detalladamente la estructura de una red según la norma IEEE 802.15.4. Para la puesta en práctica de la norma IEEE 802.15.4 (IEEE Standard 802, "Part 15.4: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks," 2006) está previsto un emisor-receptor con una configuración especial, un así llamado coordinador, que en el lenguaje técnico se denomina también Full Function Device (FFD). Éste tiene asignada una serie de emisores-receptores con una configuración normal, denominados Reduced Function Devices (RFD).

30 Los RFD no pueden comunicarse entre sí directamente, sino sólo a través del coordinador. El coordinador detecta los paquetes de datos a transferir y los transmite al o a los receptores designados. Además, el coordinador puede comprender una interfaz con otras redes de datos de la índole que sean, por ejemplo con redes Bluetooth o WLAN. En este contexto, se denomina también "Access Point".

35 Para evitar colisiones a consecuencia del envío simultáneo de varios paquetes de datos se aplica un método de multiplexación por división de tiempo (en inglés: Time Division Multiplex Access, TDMA), que también puede estar organizado por el coordinador. Con este fin, el coordinador envía a intervalos regulares unos, así llamados, bloques de datos de balizamiento a todos los RFD que le correspondan, a partir de los cuales los RFD pueden concluir en qué intervalos de tiempo pueden enviar paquetes de datos. En un intervalo de tiempo puede enviar paquetes de datos en cada caso sólo un emisor-receptor. Al coordinador mismo también se le adjudican intervalos de tiempo: por una parte unos que permiten un envío de paquetes de datos propios del coordinador y por otra parte otros que están previstos para el envío de paquetes de datos a transferir. Estos últimos intervalos de tiempo incluyen también la información de a qué receptor-RFD está destinado el intervalo de tiempo.

40 En esta norma, un paquete de datos comprende un encabezamiento de paquete de datos y una parte de datos útiles. El encabezamiento del paquete de datos contiene como máximo dos direcciones: el remitente y el destino inmediato. La parte de datos útiles tiene por regla general un tamaño de algunos bytes. Con el fin de evitar colisiones entre paquetes de datos, la norma prevé, además del envío de bloques de datos de balizamiento por parte del coordinador, también planteamientos alternativos para la organización del método TDMA.

45 En el protocolo se establece además que todos los paquetes de datos a transmitir se doten de un código de detección de errores. Para ello se utiliza un, así llamado, algoritmo Cyclic Redundancy Check (CRC), que calcula una suma de comprobación a partir de todos los bytes y la coloca al final del paquete de datos. Los receptores del paquete de datos calculan a su vez la suma de comprobación CRC a partir de los bytes recibidos y comparan el resultado con el valor determinado por el emisor y enviado conjuntamente. Si las dos sumas de comprobación coinciden, es muy probable que el paquete de datos se haya transmitido correctamente. En caso contrario, se reconoce como incorrecto y se desecha.

50 Por consiguiente, la transmisión de información de un primer RFD (por ejemplo un sensor) a un segundo RFD (por ejemplo un actor) requiere dos intervalos de tiempo. En un primer intervalo de tiempo se envía un paquete de datos del primer RFD al coordinador y en un segundo intervalo de tiempo, que en absoluto sigue inmediatamente al primero, se realiza el envío del coordinador al segundo RFD.

Para transferir los paquetes de datos, el coordinador debe decodificar los mismos, almacenarlos temporalmente y prepararlos para el envío en el intervalo de tiempo correcto. En las aplicaciones actuales de la norma mencionada, la ejecución de una parte del protocolo de acceso al medio (además del procesamiento digital y analógico de señales) se realiza en hardware, es decir la funcionalidad que comprueba el paquete de datos en cuanto a errores de transmisión y añade a los datos útiles una suma de comprobación de errores, realiza eventualmente un filtrado del paquete de datos basándose en las informaciones de dirección presentes en el encabezamiento del paquete de datos y envía automáticamente al emisor confirmaciones (paquetes de acuse de recibo). Un paquete de datos recibido se almacena en una memoria intermedia del lado del emisor, a la que puede acceder un microcontrolador. Una rutina de software comprueba, entre otras cosas, si el paquete de datos se trata de un paquete de datos que ha de transferirse. En caso afirmativo, se da lugar a una transferencia del paquete de datos de la memoria intermedia del lado del receptor a una memoria intermedia del lado del emisor. Los paquetes de datos de la memoria intermedia del lado del emisor se envían sobre una base "First In, First Out" (FIFO). El procesamiento mediante el software requiere mucho tiempo y lleva asociado un retraso de interrupción.

En la figura 1 se muestra un diagrama de bloques del popular CC2420 Single-Chip-Transceiver (emisor-receptor) de la firma TEXAS INSTRUMENTS para la norma IEEE 802.15.4. Se ofrece a modo de ejemplo de una serie de otros chips, como el JN5139 de la firma JENNIC Ltd., el ML7065 de la firma OKI Semiconductor y el nRF2401A de la firma NORDIC Semiconductor, que ofrecen el soporte de hardware arriba esbozado para la puesta en práctica del protocolo de acceso al medio.

Mientras que el tiempo de propagación de las señales con las cortas distancias entre los RFD y el tiempo de transmisión de datos para los paquetes de datos con tamaños de algunos bytes requieren únicamente un espacio de tiempo muy corto, los pasos de procesamiento del coordinador para la transferencia de paquetes de datos arriba mencionados, en particular los pasos ejecutados por un software, requieren en comparación mucho tiempo e impiden una conexión en tiempo real entre dos o más RFD. En ocasiones hay que partir de retrasos en la transmisión del orden de muchos milisegundos. Para muchas aplicaciones, este largo retraso en la transmisión no es aceptable, ya que puede desearse que la reacción a ciertos paquetes de datos enviados sea rápida. Imaginemos por ejemplo un sensor de una barrera de luz (primer RFD) y un mando de un motor paso a paso (segundo RFD), en los que el mando de motor deba disparar un movimiento en respuesta a las señales del sensor de la barrera de luz. En el marco de esta solicitud, el concepto de la conexión en tiempo real significa que un sistema produce una reacción a un estímulo dentro de un lapso de tiempo definido. Dependiendo del sistema, es del todo posible que este lapso de tiempo sea de minutos. Para sistemas como los arriba mencionados, es decir por ejemplo del campo de la técnica de automatización de la producción o del juguete interactivo, el lapso de tiempo es de aproximadamente unos pocos milisegundos.

El empleo de procesadores más potentes para acortar el retraso de interrupción por el software no es un planteamiento de solución adecuado, debido al mayor consumo de potencia del coordinador que esto implica.

Por la memoria de patente DE 10 2007 003 634 B3 de la presente solicitante se conoce un módulo acelerador de protocolo para una capa de protección de datos de un emisor-receptor, que, entre otras cosas, está configurado para comprobar los paquetes de datos recibidos en cuanto a un éxito en la recepción y dar lugar a una operación de almacenamiento para los mismos, así como gestionar una cola de los paquetes de datos propios que han de enviarse y seleccionar y remitir a una unidad de envío los paquetes de datos de la cola para su envío dentro de un intervalo de tiempo de envío asignado.

Por un protocolo de transmisión de datos Asynchronous Transfer Mode (ATM) se conoce una transferencia rápida de celdas de datos. En esta técnica, la función de transferencia se realiza con un, así llamado, ATM-Switch. En los ATM-Switch, cada celda de datos ATM entrante se conduce de su puerto de entrada a un puerto de salida previamente fijado. Aquí no se han de tener en cuenta en el lado de salida ni un intervalo de tiempo adecuado ni el remitente de las celdas de datos ATM, ya que la transferencia se efectúa mediante, así llamados, identificadores de canal que forman parte de una celda de datos ATM y la asignación de identificadores de canal a puertos de salida se configura al establecerse una conexión.

Por la publicación US 5,751,715 se conoce un acelerador de protocolo que procesa por zonas un sistema de bus según un protocolo TDMA. El procesamiento por zonas del sistema de bus dividido se realiza por medio de testigos y prioridades que contienen los paquetes de datos a transmitir o están asignados a los mismos.

La desventaja de los aceleradores de protocolo ya conocidos es que no ofrecen ninguna función para acelerar una transferencia de paquetes de datos. Así pues, para los emisores-receptores que adoptan un papel de coordinador, los aceleradores de protocolo mencionados son adecuados sólo con reservas.

Por lo tanto, uno de los problemas técnicos que sirven de base a la invención es proponer un módulo acelerador de protocolo o un procedimiento operativo para un emisor-receptor que permita una transferencia rápida de paquetes de datos de segundos emisores-receptores a terceros emisores-receptores.

Según un primer aspecto de la invención, el problema técnico se resuelve mediante un módulo acelerador de protocolo, denominado en lo que sigue módulo acelerador, según la reivindicación 1. El módulo acelerador según la invención está configurado para, al recibir el paquete de datos del segundo emisor-receptor, durante un primer intervalo de tiempo, consultar una tabla de referencias, comprendiendo la tabla de referencias como mínimo una referencia del grupo formado por los tipos de referencia siguientes:

- a) referencia de un determinado intervalo de tiempo de recepción a una identificación de como mínimo un tercer emisor-receptor, habiendo de transferirse al tercer emisor-receptor un paquete de datos recibido por el emisor-receptor durante el determinado intervalo de tiempo de recepción;
- b) referencia de una identificación de un determinado segundo emisor-receptor como emisor a una identificación de como mínimo un tercer emisor-receptor como receptor predeterminado del paquete de datos, denominada en lo que sigue conexión virtual; o
- c) referencia de un mensaje predeterminado contenido en el paquete de datos a una identificación de como mínimo un tercer emisor-receptor como receptor predeterminado del paquete de datos.

Por último, el módulo acelerador está configurado para, en caso de presencia de una referencia correspondiente al paquete de datos, detectar en la tabla de referencias una identificación de un tercer emisor-receptor como receptor del paquete de datos y, durante un segundo intervalo de tiempo inmediatamente siguiente al primer intervalo de tiempo, dar lugar a un envío del paquete de datos al tercer emisor-receptor, si el segundo intervalo de tiempo está asignado al emisor-receptor.

En el marco de esta solicitud, el concepto de segundos emisores-receptores indica los participantes de una red de sensores que desean transmitir paquetes de datos a terceros emisores-receptores. En el marco de esta solicitud, el concepto de terceros emisores-receptores indica los participantes de una red de sensores que reciben paquetes de datos de segundos emisores-receptores. Dado que en un componente pueden estar integrados tanto emisores como receptores, comúnmente se habla de emisores-receptores y no de "emisores" y "receptores".

La invención se basa en la reflexión de que la desventaja de los módulos aceleradores ya conocidos resulta en particular de que todos los paquetes de datos recibidos se escriben en primer lugar de forma categórica en una memoria del lado del receptor del emisor-receptor a la que, en un momento posterior, accede un microcontrolador o una unidad de procesamiento digital similar, determinando éste o ésta, mediante una rutina de software, si el paquete de datos debe transferirse o no. Por lo tanto, los módulos aceleradores ya conocidos no están configurados para diferenciar entre paquetes de datos que deben transferirse y paquetes de datos que no deben transferirse.

En cambio, la ventaja del módulo acelerador según la invención es que, mediante la consulta de la tabla de referencias, se toma una decisión en cuanto a la transferencia ya al recibir el paquete de datos durante el primer intervalo de tiempo. De este modo es en principio posible transmitir de nuevo el paquete de datos ya en el intervalo de tiempo inmediatamente siguiente.

Los criterios según los cuales el módulo acelerador selecciona un paquete de datos para su transferencia y en cuanto a cuál ha de ser el receptor real del paquete de datos pueden configurarse por medio de los tipos de referencia. Una opción consiste en enviar siempre a un determinado tercer emisor-receptor todos los paquetes de datos recibidos durante un determinado intervalo de tiempo de recepción (tipo de referencia a). En este caso no es necesario analizar el contenido del paquete de datos, ya que basta con conocer el momento de recepción. Si no se ha de tener en cuenta el momento de recepción, el módulo acelerador puede tomar la decisión sobre la transferencia de acuerdo con la dirección del remitente (tipo de referencia b), que habitualmente está incluida en un encabezamiento del paquete de datos, o con un mensaje predeterminado en la parte de datos útiles del paquete de datos (tipo de referencia c). Esta última opción tiene la ventaja de que la transferencia de paquetes de datos puede realizarse también en función del contenido de los datos útiles. Un mensaje predeterminado puede contener una información de un segundo emisor-receptor que concierna a varios otros terceros emisores-receptores, como por ejemplo

- la recepción de una señal o un valor especial (por ejemplo "parada de emergencia", "barrera de luz interrumpida", "parada de motor");
- la recepción de un valor por encima o por debajo de un valor umbral o dentro de cierto intervalo; o
- la combinación compleja de uno o varios valores recibidos (vector de valor de medición) del mismo o de otros sensores.

La gestión de la tabla de referencias, con otras palabras la configuración de las condiciones de transferencia, puede realizarse por ejemplo desde un procesador del emisor-receptor.

En una forma de realización del protocolo de transmisión de datos basado en TDMA, la duración de un intervalo de

tiempo es de aproximadamente 960 μ s. Esto significa que con esta solución es posible satisfacer un requisito de tiempo de real de unos pocos milisegundos que pueda ser necesario para una conexión entre el segundo emisor-receptor y el tercer emisor-receptor. De este modo, el módulo acelerador según la invención es especialmente adecuado para un emisor-receptor que ponga a disposición la función de un coordinador en una red de radio.

5 A continuación se describen formas de realización del módulo acelerador según la invención. Las características adicionales de las formas de realización pueden combinarse entre sí para constituir nuevos tipos de realización, siempre que no se describan como alternativas mutuas.

10 En una forma de realización, el módulo acelerador según la invención está configurado convenientemente para, al recibir el paquete de datos del segundo emisor-receptor, durante el primer intervalo de tiempo, detectar una identificación de receptor de como mínimo un tercer emisor-receptor contenida en el paquete de datos recibido y, durante el segundo intervalo de tiempo, dar lugar a un envío del paquete de datos al tercer emisor-receptor, si para el paquete de datos no existe ninguna referencia correspondiente en la tabla de referencias y el segundo intervalo de tiempo está asignado al emisor-receptor.

15 Esto tiene la ventaja de que también es posible transferir rápidamente paquetes de datos para los que no exista ninguna referencia en la tabla de referencias. En esta forma de realización, la decisión sobre la transferencia se toma basándose en la identificación de receptor contenida en la parte de datos útiles del paquete de datos.

20 En una forma de realización, el módulo acelerador está implementado en hardware y comprende un dispositivo de análisis de paquetes de datos en el lado del receptor, que está configurado para escribir, en una memoria de datos útiles del módulo acelerador, datos útiles del paquete de datos recibido y escribir, en una memoria de información, la identificación detectada del tercer emisor-receptor como receptor del paquete de datos y una dirección de memoria de los datos útiles almacenados.

25 Además, en esta forma de realización, el módulo acelerador comprende una unidad de mando en el lado del emisor, que está configurada para recibir información sobre un intervalo de tiempo asignado al emisor-receptor y registrar una identificación de receptor de un tercer emisor-receptor contenida en la información sobre el intervalo de tiempo y compararla con identificaciones de receptor detectadas de la memoria de información.

30 La unidad de mando está además configurada para, si la identificación de receptor contenida en la información sobre el intervalo de tiempo coincide con una identificación de receptor de la memoria de información, llamar a datos útiles correspondientes a la identificación de receptor coincidente de la memoria de datos útiles de acuerdo con una dirección de memoria asignada a la identificación de receptor coincidente y dar lugar a la generación de un encabezamiento de paquete de datos a añadir a los datos útiles llamados.

35 Por último, la unidad de mando está configurada para poner a disposición de una unidad de envío del emisor-receptor los datos útiles llamados y el encabezamiento de paquete de datos generado, como paquete de datos a transferir para su envío durante el intervalo de tiempo asignado.

40 Para determinados paquetes de datos puede bastar para que el módulo acelerador tome una decisión sobre la transferencia con conocer sólo el momento de recepción (tipo de referencia a) o con determinar la identificación de emisor del segundo emisor-receptor a partir de encabezamiento del paquete de datos entrante (tipo de referencia b). En estos casos no es necesario un análisis de los datos útiles del paquete de datos entrante. Si no han de transferirse automáticamente a terceros emisores-receptores predeterminados paquetes de datos de segundos emisores-receptores o paquetes de datos recibidos en un determinado intervalo de tiempo de recepción, el dispositivo de análisis de paquetes de datos detecta bien las identificaciones de receptor de terceros emisores-receptores o bien mensajes predeterminados, a partir de los datos útiles del paquete de datos entrante. El dispositivo de análisis de paquetes de datos transmite los datos útiles a la memoria de datos útiles y almacena en la memoria de información la dirección de memoria de los datos útiles, así como las identificaciones de terceros emisores-receptores detectadas a partir de la tabla de referencias o a partir de los datos útiles del paquete de datos.

45 La unidad de mando del lado del emisor recibe información sobre intervalos de tiempo, que informa de si para el emisor-receptor está disponible un intervalo de tiempo de envío y para qué tercer emisor-receptor está previsto el mismo. La unidad de mando comprueba si la identificación de este tercer emisor-receptor previsto en el intervalo de tiempo de envío se halla también en la memoria de información. Si es así, la unidad de mando hace que se genere un encabezamiento de paquete de datos con la identificación correspondiente y pone a disposición el mismo y los datos útiles llamados de acuerdo con la dirección de memoria para su envío al tercer emisor-receptor. La generación del encabezamiento del paquete de datos incluye el poner campos de dirección de manera que el paquete de datos a transferir esté dirigido ahora al tercer emisor-receptor determinado como receptor.

50 En la forma de realización mencionada en último lugar, el emisor-receptor según la invención comprende ventajosamente un dispositivo de decodificación del lado del receptor, que está configurado para, durante el primer intervalo de tiempo, decodificar un paquete de datos codificado entrante procedente de un segundo emisor-receptor, y un dispositivo de codificación del lado del emisor, que está configurado para, durante el siguiente intervalo de

tiempo asignado al emisor-receptor, codificar un paquete de datos a enviar, de manera que el módulo acelerador puede emplearse también en redes de radio en las que los paquetes de datos se transfieran codificados.

En una forma de realización preferida del módulo acelerador según la invención, cada tipo de referencia tiene asignada una prioridad de un nivel respectivo y el módulo acelerador está configurado para, en caso de una presencia simultánea de varias referencias de distintos tipos aplicables al paquete de datos recibido, dar lugar a un envío del paquete de datos al tercer emisor-receptor de acuerdo con el tipo de referencia de mayor prioridad.

La asignación de prioridades facilita la organización de la transferencia de paquetes de datos. En caso de una presencia simultánea de varias referencias aplicables a un paquete de datos recibido, es posible seleccionar un tipo de referencia de acuerdo con el nivel de prioridad y, nuevamente, detectar de acuerdo con éste en la tabla de referencias la identificación del tercer emisor-receptor como receptor del paquete de datos. Sin embargo, también es concebible que el módulo acelerador dé lugar a una transferencia del paquete de datos de acuerdo con todas las referencias aplicables.

En otra forma de realización preferida, el módulo acelerador según la invención está configurado para asignar a determinadas conexiones virtuales de la tabla de referencias un tiempo de permanencia máximo respectivo y enviar de forma priorizada, en función de un tiempo de permanencia remanente respectivo, los paquetes de datos recibidos que hayan de transferirse de acuerdo con una determinada conexión virtual.

Naturalmente existe la posibilidad de que se establezcan conexiones virtuales entre varios segundos emisores-receptores como emisores y un único tercer emisor-receptor como receptor y éstas estén almacenadas en la tabla de referencias. En este caso puede producirse una congestión de paquetes de datos si la capacidad del canal durante un intervalo de tiempo de envío no es suficiente. Una posibilidad de organizar el envío de una pluralidad de paquetes de datos destinados a un único tercer emisor-receptor es la asignación de tiempos de permanencia para determinadas conexiones virtuales. Aquí se envían en primer lugar los paquetes de datos que tengan el menor tiempo de permanencia remanente. Los paquetes de datos que no puedan enviarse dentro de su tiempo de permanencia respectivo pueden, por ejemplo, desecharse. El módulo acelerador resulta especialmente adecuado para la ejecución de tareas de un protocolo de transmisión de datos según la norma IEEE 802.15.4.

Según un segundo aspecto de la invención se propone un emisor-receptor con un módulo acelerador según el primer aspecto de la invención o según una de sus formas de realización aquí mencionadas. El emisor-receptor del segundo aspecto de la invención comparte las ventajas del módulo acelerador del primer aspecto de la invención.

El emisor-receptor según la invención está configurado preferentemente para escribir en una memoria intermedia del lado del receptor del emisor-receptor un paquete de datos destinado al emisor-receptor, gestionar una cola de paquetes de datos por enviar de una memoria intermedia del lado del emisor del emisor-receptor y, durante un intervalo de tiempo asignado al emisor-receptor, seleccionar paquetes de datos de la cola y dar lugar a un envío de los mismos a uno o varios terceros emisores-receptores.

Esto tiene la ventaja de que el emisor-receptor no sólo pone a disposición una función para la transferencia de paquetes de datos, sino también puede participar él mismo, por ejemplo como sensor o actor, en una red de radio.

Según un tercer aspecto de la invención se propone un nodo de sensor con un sensor y un emisor-receptor según el segundo aspecto de la invención, o según una de sus formas de realización aquí mencionadas, conectado al mismo. El nodo de sensor del tercer aspecto de la invención comparte las ventajas del emisor-receptor del segundo aspecto de la invención.

Con respecto a su aspecto del procedimiento, la invención constituye un procedimiento operativo para un emisor-receptor, comprendiendo el procedimiento operativo la transferencia de un paquete de datos de un segundo emisor-receptor a uno o varios terceros emisores-receptores de acuerdo con un protocolo de transmisión de datos basado en TDMA y comprendiendo la transferencia los pasos siguientes:

- recepción del paquete de datos del segundo emisor-receptor durante un primer intervalo de tiempo;
- consulta de una tabla de referencias, comprendiendo la tabla de referencias como mínimo una referencia del grupo formado por los tipos de referencia siguientes:
 - a) referencia de un determinado intervalo de tiempo de recepción a una identificación de como mínimo un tercer emisor-receptor, habiendo de transferirse al tercer emisor-receptor un paquete de datos recibido por el emisor-receptor durante el determinado intervalo de tiempo de recepción;
 - b) referencia de una identificación de un determinado segundo emisor-receptor como emisor a una identificación de como mínimo un tercer emisor-receptor como receptor predeterminado del paquete de datos, denominada en lo que sigue conexión virtual; o

c) referencia de un mensaje predeterminado contenido en el paquete de datos a una identificación de como mínimo un tercer emisor-receptor como receptor predeterminado del paquete de datos;

- detección de una identificación de un tercer emisor-receptor como receptor del paquete de datos en la tabla de referencias, si existe una referencia correspondiente para el paquete de datos, o detección de una identificación de un tercer emisor-receptor en los datos útiles del paquete de datos recibido, si no existe ninguna referencia correspondiente para el paquete de datos; y
- envío del paquete de datos al tercer emisor-receptor durante un segundo intervalo de tiempo inmediatamente siguiente al primer intervalo de tiempo, si el segundo intervalo de tiempo está asignado al emisor-receptor.

El procedimiento operativo resulta especialmente adecuado para la ejecución de tareas de un nivel de protocolo de protección de datos según la norma IEEE 802.15.4 en un emisor-receptor.

El procedimiento operativo según la invención comparte las ventajas del módulo acelerador del primer aspecto de la invención y de sus formas de realización aquí mencionadas.

En la descripción siguiente de un ejemplo de realización por medio de las figuras se explican otras ventajas de la invención. Las figuras muestran esquemáticamente:

Figura 1 un diagrama de bloques de un emisor-receptor de un solo chip según el estado actual de la técnica y

Figura 2 un diagrama de bloques de un emisor-receptor con un módulo acelerador de protocolo según la invención.

El módulo acelerador según la invención está alojado entre una vía de recepción y una vía de envío de un emisor-receptor 200. En el lado de entrada, el emisor-receptor 200 presenta una unidad de recepción 206, que recibe paquetes de datos entrantes de segundos emisores-receptores, los filtra según las direcciones, calcula una suma de comprobación CRC con relación a los paquetes de datos dirigidos al emisor-receptor y alimenta estos paquetes de datos al dispositivo de análisis de paquetes de datos 210.

El dispositivo de análisis de paquetes de datos 210 determina si el paquete de datos se trata de un paquete de datos que haya de transferirse a un tercer emisor-receptor o de un paquete de datos destinado al emisor-receptor. Para ello, el dispositivo de análisis de paquetes de datos 210 recibe información sobre intervalos de tiempo 216 y consulta una tabla de referencias 220 en cuanto a conexiones virtuales actualmente establecidas. Las conexiones virtuales pueden ser, por ejemplo, referencias de identificaciones de segundos emisores-receptores, de mensajes predeterminados o de intervalos de tiempo a identificaciones de terceros emisores-receptores.

Los criterios según los cuales se selecciona un paquete de datos para su transferencia y en cuanto a cuál ha de ser el receptor real pueden configurarse. Una opción consiste en enviar siempre a uno o varios terceros emisores-receptores predeterminados todos los paquetes de datos recibidos durante un determinado intervalo de tiempo. En este caso no es necesario tener en cuenta el contenido del paquete de datos; basta con conocer el momento de recepción. Si no se ha de tener en cuenta el momento de recepción, la decisión puede tomarse de acuerdo con la dirección del remitente, de acuerdo con un mensaje predeterminado en la parte de datos útiles del paquete de datos (por ejemplo la recepción de una señal especial como "parada de emergencia") o de acuerdo con identificaciones de terceros emisores-receptores contenidas en los datos útiles.

Si el dispositivo de análisis de paquetes de datos 210 reconoce un paquete de datos como uno que ha de transferirse, escribe los datos útiles del paquete de datos en una memoria de datos útiles 230. El encabezamiento del paquete de datos lo construye de nuevo posteriormente un generador de encabezamientos de paquete de datos 256. En una memoria de información 250, el dispositivo de análisis de paquetes de datos 210 almacena la identificación detectada del tercer emisor-receptor como receptor del paquete de datos y la dirección de memoria de los datos útiles del paquete de datos en la memoria de datos útiles 230.

A esta memoria de información 250 accede una unidad de mando 240 en el lado del emisor. Ésta recibe de un temporizador 258 la señal de que ha comenzado un nuevo intervalo de tiempo. Mediante una lista de los intervalos de tiempo actualmente reservados 216, la unidad de mando averigua si y para qué terceros emisores-receptores existe en ese momento un intervalo de tiempo de envío para el emisor-receptor. Si es éste el caso, examina la memoria de información 250 en cuanto a si tiene almacenado un paquete de datos para el tercer emisor-receptor. Si es éste también el caso, la unidad de mando 240 hace que el generador de encabezamientos de paquete de datos 256 genere un encabezamiento de paquete de datos correspondiente a la información. Éste, así como a continuación los datos útiles inalterados del paquete de datos, se alimenta a la unidad de envío 260 para su envío al o a los terceros emisores-receptores.

Si el dispositivo de análisis de paquetes de datos 210 ha reconocido un paquete de datos como uno destinado al emisor-receptor, el dispositivo de análisis de paquetes de datos 210 da lugar a un almacenamiento del paquete de

datos en una memoria intermedia 212 del lado del receptor, a la que puede acceder un microcontrolador.

El emisor-receptor comprende además una memoria intermedia 270 del lado del emisor, en la que están almacenados paquetes de datos creados por un módulo, como por ejemplo un sensor, conectado al emisor-receptor. El envío de estos paquetes de datos se realiza sobre una base "First In, First Out" en concordancia con los intervalos de tiempo asignados a los mismos.

5

REIVINDICACIONES

1. Módulo acelerador de protocolo, denominado en lo que sigue módulo acelerador, para un emisor-receptor (200), estando el emisor-receptor (200) configurado para transferir un paquete de datos de un segundo emisor-receptor a uno o varios terceros emisores-receptores de acuerdo con un protocolo de transmisión de datos basado en TDMA,
 5 caracterizado por que el módulo acelerador está configurado para,
- al recibir el paquete de datos del segundo emisor-receptor, durante un primer intervalo de tiempo, consultar una tabla de referencias (220), comprendiendo la tabla de referencias (220) como mínimo una referencia del grupo formado por los tipos de referencia siguientes:
 - a) referencia de un determinado intervalo de tiempo de recepción a una identificación de como mínimo un tercer emisor-receptor, habiendo de transferirse al tercer emisor-receptor un paquete de datos recibido por el emisor-receptor (200) durante el determinado intervalo de tiempo de recepción;
 - 15 b) referencia de una identificación del determinado segundo emisor-receptor como emisor a una identificación de como mínimo un tercer emisor-receptor como receptor predeterminado del paquete de datos, denominada en lo que sigue conexión virtual; o
 - c) referencia de un mensaje predeterminado contenido en el paquete de datos a una identificación de como mínimo un tercer emisor-receptor como receptor predeterminado del paquete de datos;
 - y, en caso de presencia de una referencia correspondiente al paquete de datos, detectar en la tabla de referencias (220) una identificación de un tercer emisor-receptor como receptor del paquete de datos; y,
 - durante un segundo intervalo de tiempo inmediatamente siguiente al primer intervalo de tiempo, dar lugar a un envío del paquete de datos al tercer emisor-receptor, si el segundo intervalo de tiempo está asignado al emisor-receptor (200).
2. Módulo acelerador según la reivindicación 1 que está configurado para, al recibir el paquete de datos del segundo emisor-receptor, durante el primer intervalo de tiempo, detectar una identificación de receptor de como mínimo un tercer emisor-receptor contenida en el paquete de datos recibido y, durante el segundo intervalo de tiempo, dar lugar a un envío del paquete de datos al tercer emisor-receptor, si para el paquete de datos no existe ninguna referencia correspondiente en la tabla de referencias (220) y el segundo intervalo de tiempo está asignado al emisor-receptor (200).
3. Módulo acelerador según una de las reivindicaciones precedentes, estando el módulo acelerador implementado en un hardware que comprende un dispositivo de análisis de paquetes de datos (210) en el lado del receptor, que está configurado para
- escribir, en una memoria de datos útiles (230) del módulo acelerador, datos útiles del paquete de datos recibido y
 - escribir, en una memoria de información (250), la identificación detectada del tercer emisor-receptor como receptor del paquete de datos y una dirección de memoria de los datos útiles almacenados; y comprende una unidad de mando (240) en el lado del emisor, que está configurada para
 - recibir información (216) sobre un intervalo de tiempo asignado al emisor-receptor (200);
 - 45 - registrar una identificación de receptor de un tercer emisor-receptor contenida en la información (216) sobre el intervalo de tiempo y compararla con identificaciones de receptor detectadas de la memoria de información (250);
 - si la identificación de receptor contenida en la información (216) sobre el intervalo de tiempo coincide con una identificación de receptor de la memoria de información (250), llamar a datos útiles correspondientes a la identificación de receptor coincidente de la memoria de datos útiles (230) de acuerdo con una dirección de memoria asignada a la identificación de receptor coincidente y dar lugar a la generación de un encabezamiento de paquete de datos a añadir a los datos útiles llamados; y
 - poner a disposición de una unidad de envío (260) del emisor-receptor (200) los datos útiles llamados y el encabezamiento de paquete de datos generado, como paquete de datos a transferir para su envío durante el intervalo de tiempo asignado.
4. Módulo acelerador según una de las reivindicaciones precedentes, en el que cada tipo de referencia tiene asignada una prioridad de un nivel respectivo y el módulo acelerador está configurado para, en caso de una presencia simultánea de varias referencias de distintos tipos aplicables al paquete de datos recibido, dar lugar a un envío del paquete de datos al tercer emisor-receptor de acuerdo con el tipo de referencia de mayor prioridad.
5. Módulo acelerador según una de las reivindicaciones precedentes que está configurado para
- asignar a determinadas conexiones virtuales de la tabla de referencias (220) un tiempo de permanencia

- máximo respectivo; y,
 - enviar de forma priorizada, en función de un tiempo de permanencia remanente respectivo, los paquetes de datos recibidos que hayan de transferirse de acuerdo con una determinada conexión virtual.
- 5 6. Módulo acelerador según una de las reivindicaciones precedentes que está configurado para la ejecución de tareas de un protocolo de transmisión de datos según la norma IEEE 802.15.4 en un emisor-receptor (200).
7. Emisor-receptor (200) con un módulo acelerador según una de las reivindicaciones 1 a 6.
- 10 8. Emisor-receptor (200) según la reivindicación 7 que está configurado para
- escribir en una memoria intermedia (212) del lado del receptor del emisor-receptor (200) un paquete de datos destinado al emisor-receptor (200),
 - gestionar una cola de paquetes de datos por enviar de una memoria intermedia (270) del lado del emisor del emisor-receptor (200) y,
 - durante un intervalo de tiempo asignado al emisor-receptor (200), seleccionar paquetes de datos de la cola y dar lugar a un envío de los mismos a uno o varios terceros emisores-receptores.
- 15
9. Nodo de sensor con un sensor y un emisor-receptor (200) según una de las reivindicaciones 7 u 8 conectado al mismo.
- 20
10. Procedimiento operativo para un emisor-receptor (200), que comprende la transferencia de un paquete de datos de un segundo emisor-receptor a uno o varios terceros emisores-receptores de acuerdo con un protocolo de transmisión de datos basado en TDMA, caracterizado porque la transferencia comprende los pasos siguientes:
- 25
- recepción del paquete de datos del segundo emisor-receptor durante un primer intervalo de tiempo;
 - consulta de una tabla de referencias (220), comprendiendo la tabla de referencias (220) como mínimo una referencia del grupo formado por los tipos de referencia siguientes:
- 30
- a) referencia de un determinado intervalo de tiempo de recepción a una identificación de como mínimo un tercer emisor-receptor, habiendo de transferirse al tercer emisor-receptor un paquete de datos recibido por el emisor-receptor (200) durante el determinado intervalo de tiempo de recepción;
 - b) referencia de una identificación del determinado segundo emisor-receptor como emisor a una identificación de como mínimo un tercer emisor-receptor como receptor predeterminado del paquete de datos, denominada en lo que sigue conexión virtual; o
 - c) referencia de un mensaje predeterminado contenido en el paquete de datos a una identificación de como mínimo un tercer emisor-receptor como receptor predeterminado del paquete de datos;
- 35
- detección de una identificación de un tercer emisor-receptor como receptor del paquete de datos en la tabla de referencias (220), si existe una referencia correspondiente para el paquete de datos, o detección de una identificación de un tercer emisor-receptor en los datos útiles del paquete de datos recibido, si no existe ninguna referencia correspondiente para el paquete de datos; y
 - envío del paquete de datos al tercer emisor-receptor durante un segundo intervalo de tiempo inmediatamente siguiente al primer intervalo de tiempo, si el segundo intervalo de tiempo está asignado al emisor-receptor (200).
- 40
- 45
11. Procedimiento operativo según la reivindicación 10 que está configurado para la ejecución de tareas de un nivel de protocolo de protección de datos según la norma IEEE 802.15.4 en un emisor-receptor (200).

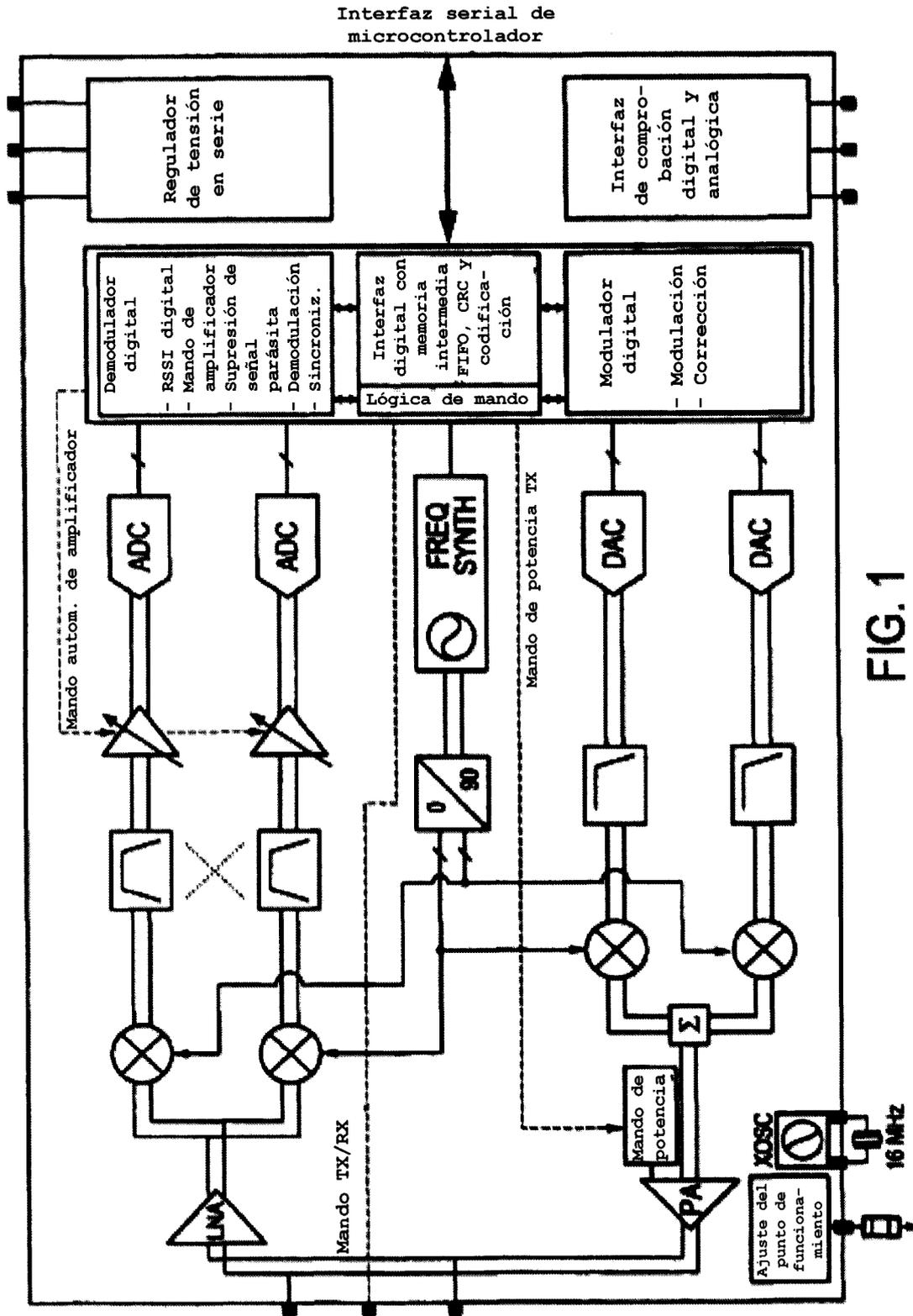


FIG. 1

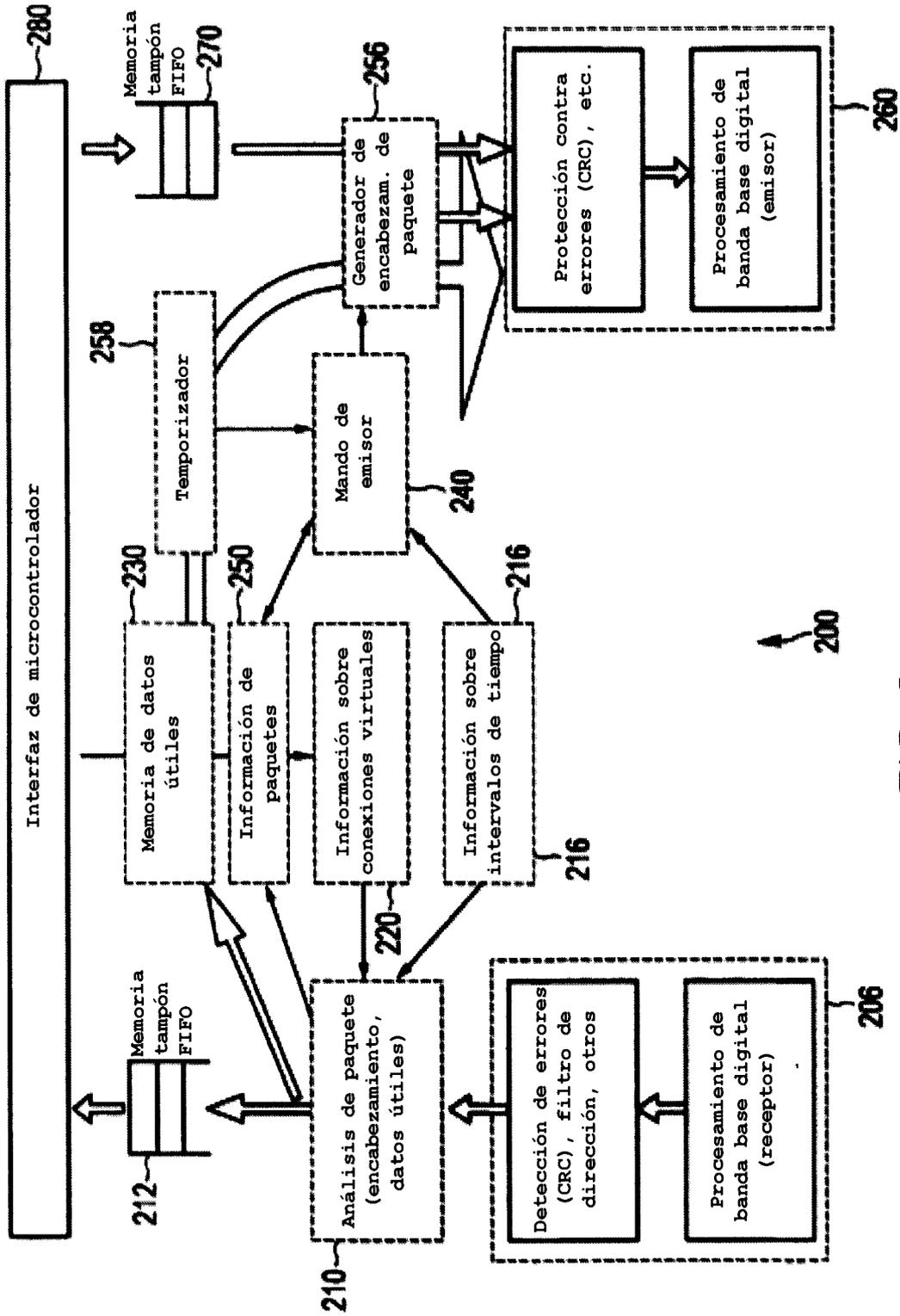


FIG. 2