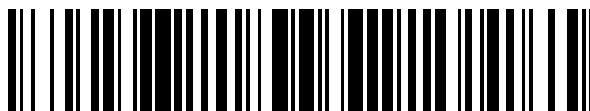


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 879 978**

51 Int. Cl.:

H04B 17/318 (2015.01)

H04W 4/70 (2008.01)

H04W 4/80 (2008.01)

H04L 29/08 (2006.01)

H04W 52/02 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.02.2016** **PCT/US2016/017195**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.08.2016** **WO16130577**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.02.2016** **E 16707308 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.04.2021** **EP 3257271**

54 Título: **Método y sistema para controlar enlaces de baja energía en redes de sensores inalámbricos**

30 Prioridad:

10.02.2015 US 201514618237

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

23.11.2021

73 Titular/es:

SENSORMATIC ELECTRONICS, LLC (100.0%)

6600 Congress Avenue

Boca Raton, FL 33487, US

72 Inventor/es:

RASBAND, PAUL BRENT y

ALICOT, JORGE F.

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 879 978 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

Método y sistema para controlar enlaces de baja energía en redes de sensores inalámbricos

5 Campo de la invención

Este documento se refiere, en general, a sistemas basados en redes de sensores inalámbricos ("WSN"). Más particularmente, este documento se refiere a sistemas y métodos para proporcionar enlaces de baja energía controlados (por ejemplo, enlaces de Bluetooth® de baja energía) en sistemas basados en WSN.

10 Antecedentes de la invención

Bluetooth® de baja energía ("BLE" o "Bluetooth® inteligente") es un tipo particular de tecnología de comunicación inalámbrica que consume únicamente una fracción de la potencia de las radios de Bluetooth® clásicas. En este sentido, BLE está diseñado especialmente para la comunicación de punto a punto de alcance corto a moderado entre dos o más dispositivos habilitados para BLE. Los dispositivos habilitados para BLE comprenden dispositivos periféricos de BLE ("balizas de BLE") y dispositivos centrales de BLE ("concentradores de BLE"). Una baliza de BLE a menudo es un dispositivo electrónico fijo o móvil alimentado con una batería de tipo botón, que transmite un código periódico. Un concentrador de BLE a menudo es un dispositivo móvil (por ejemplo, un teléfono inteligente) o una pasarela a una red de área local ("LAN") o red WiFi. Los dispositivos habilitados para BLE pueden tener un alcance de hasta 60,96 metros (200 pies) y mayor (particularmente cuando se desean alcances mayores, tales como en aplicaciones de sensor).

La tecnología de enlace de BLE se ha aplicado de manera tradicional a problemas tales como señales inteligentes, monitorización de datos de la salud (es decir, conexión inalámbrica a equipo médico) y control de acceso. La tecnología de enlace de BLE opera en la banda de ISM de 2,400 GHz-2,4835 GHz, pero usa un conjunto de canales diferente de la tecnología de Bluetooth® clásica. Dentro de un canal, se transmiten datos usando modulación de desplazamiento de frecuencia gaussiana. BLE soporta paquetes de datos muy pequeños (8-27 octetos) que se transfieren a una tasa de bits de 1 Mbps. La potencia de transmisión máxima de un dispositivo habilitado para BLE es de 10 mW.

30 Sumario de la invención

La invención se especifica por las reivindicaciones independientes. Se especifican realizaciones adicionales en las reivindicaciones dependientes.

35 Descripción de los dibujos

Se describirán realizaciones con referencia a las siguientes figuras de los dibujos, en los que números similares representan elementos similares a través de todas las figuras, y en los que:

La Figura 1 es una ilustración esquemática de un sistema de sensores ilustrativo que es útil para el entendimiento de la presente invención.

Las Figuras 2A-2B (denominadas de manera colectiva como la Figura 2) proporcionan un diagrama de flujo de un método ilustrativo para operar un sistema de sensores.

45 Descripción detallada de la invención

Se apreciará fácilmente que los componentes de las realizaciones se describen en general y se ilustran en el presente documento en las figuras adjuntas que podrían estar dispuestas y designarse en una amplia diversidad de diferentes configuraciones. Por lo tanto, la siguiente descripción más detallada de diversas realizaciones, como se representa en las figuras, no se pretende para limitar el alcance de la presente divulgación, sino que simplemente es representativa de diversas realizaciones. Aunque se presentan los diversos aspectos de las realizaciones en los dibujos, los dibujos no están necesariamente dibujados a escala a menos que se indique específicamente.

La presente invención puede incorporarse en otras formas específicas sin alejarse de su espíritu o características esenciales. Las realizaciones descritas tienen que considerarse en todos los aspectos únicamente como ilustrativas y no restrictivas. El ámbito de la invención se indica, por lo tanto, mediante las reivindicaciones adjuntas en lugar de mediante esta descripción detallada. Todos los cambios que entran dentro del significado y alcance de equivalencia de las reivindicaciones deben incluirse dentro de su ámbito.

La referencia a través de toda esta memoria descriptiva a características, ventajas o lenguaje similar no implica que todas las características y ventajas que puedan realizarse con la presente invención deberían estar o están en cualquier realización única de la invención. En su lugar, el lenguaje que hace referencia a las características y ventajas se entiende que significa que un rasgo, ventaja o característica descrita en conexión con una realización se incluye en al menos una realización de la presente invención. Por lo tanto, los análisis de las características y ventajas, y lenguaje similar, a través de toda la memoria descriptiva pueden hacer referencia, aunque no necesariamente, a la misma

realización.

Adicionalmente, los rasgos, ventajas y características descritos de la invención pueden combinarse de cualquier manera adecuada en una o más realizaciones. Un experto en la materia reconocerá, a la luz de la descripción en el presente documento, que la invención puede ponerse en práctica sin una o más de las características específicas o ventajas de una realización particular. En otros casos, pueden reconocerse características y ventajas adicionales en ciertas realizaciones que pueden no estar presentes en todas las realizaciones de la invención.

La referencia a través de toda esta memoria descriptiva a "una realización", "una realización", o lenguaje similar significa que un rasgo, estructura o característica particular descrita en conexión con la realización indicada se incluye en al menos una realización de la presente invención. Por lo tanto, las expresiones "en una realización", "en una realización", y lenguaje similar a través de toda esta memoria descriptiva pueden hacer todas referencia, aunque no necesariamente, a la misma realización.

Como se usa en este documento, la forma singular "un", "una", "el" y "la" incluye referencias plurales a menos que el contexto dicte claramente de otra manera. A menos que se definan de otra manera, todos los términos técnicos y científicos usados en el presente documento tienen los mismos significados como se entiende comúnmente por un experto en la materia. Como se usa en este documento, la expresión "que comprende" significa "que incluye, pero sin limitación".

Las WSN se aplican a muchos problemas de recogida y control/accionamiento de datos. Las WSN tienen una gama y diversidad de aplicación mayor en comparación con la de las redes de BLE, debido en parte a la inclusión de topologías en malla y a la entrega de mensaje de múltiples saltos (por ejemplo, tal como se proporciona en muchas WSN mediante 6LoWPAN que se ejecuta en la parte superior de la capa del protocolo de control de acceso al medio 802.15.4 ("MAC") y la física ("PHY") de la pila de protocolo inalámbrica). Dicho de otra manera, las WSN tienen un conjunto de intensidades y las redes de BLE tienen otro conjunto de intensidades, incluso aunque en muchas aplicaciones pueda emplearse cualquier tecnología.

En el presente documento, se describirá un sistema que emplea tanto una red de WSN como una de BLE. La WSN se describe como que comprende una WSN basada en 802.15.4/6LoWPAN. La presente invención no se limita en este sentido. Puede emplearse cualquier protocolo de WSN alternativo (por ejemplo, Zig-bee®, Z-Wave®, wireless HART®, etc.) de acuerdo con una aplicación particular. En particular, se usan las redes de WSN y BLE para diferentes propósitos. Por ejemplo, se usa en general la WSN como un medio para (a) configurar operaciones de nodos finales de los mismos y (b) facilitar el control de la actividad de enlace de BLE. La red de BLE se usa para proporcionar un medio para (a) encontrar personas, objetos, elementos, artículos y/o equipo dentro de una instalación o área geográfica, (b) proporcionar servicios (por ejemplo, servicios basados en emergencias - proporcionar una ruta de salida segura a través de un edificio en llamas basándose en información de sensor en tiempo real) a personas que poseen dispositivos de comunicación móvil (por ejemplo, teléfonos inteligentes) dentro de la instalación o del área geográfica, y/o (c) proporcionar servicios de información al consumidor a través del enlace de BLE al usuario del teléfono inteligente en su ubicación particular. Con respecto a (c), puede proporcionarse al usuario con información específica a su contexto y necesidad, contexto que puede transmitirse a aplicaciones remotas que controlan un comportamiento específico de la baliza de BLE, mediante el respaldo-red de WSN en el momento en el que se solicita realmente el servicio usando el teléfono y un mensaje de red celular a una aplicación basada en la web.

Como se ha indicado anteriormente, la actividad de enlace de BLE se controla por aplicaciones que se ejecutan dentro y/o son accesibles mediante una WSN. Específicamente, puede desconectarse un enlace de BLE bajo condiciones normales, pero activarse por una aplicación de control vinculada a WSN cuando ocurre un evento especial (por ejemplo, un incendio u otra emergencia). Como alternativa o adicionalmente, el enlace de BLE puede estar activo en un modo bajo un conjunto de condiciones, y, a continuación, convertirse a un segundo modo bajo un conjunto de condiciones diferente mediante la aplicación que se ejecuta dentro o es accesible mediante la WSN. La aplicación de control vinculada a WSN puede residir en un nodo cualquiera (o incluso en más de uno) de la WSN que incluye una segunda pasarela de red (externa), un punto de acceso de WSN conectado a la pasarela, un servidor local accesible mediante la segunda red y/o un servidor real o virtual remoto y/o basado en la nube.

En la presente divulgación, se supone que los enlaces de BLE son de corto alcance (por ejemplo, 1-10 metros), de punto a punto sin retransmisión implicada (es decir, sin múltiples saltos). Es verdad que la tecnología de BLE puede emplearse en redes de múltiples saltos cuando un dispositivo habilitado para BLE recibe un mensaje desde un segundo dispositivo habilitado para BLE y lo retransmite a un tercer dispositivo habilitado para BLE, incluso a través de una gran distancia. No hay razón física por la que no pueda emplearse la tecnología de BLE como simplemente otra tecnología de WSN. Sin embargo, BLE se ha elegido por diversos mercados y organizaciones de normalización de aplicaciones como la base para diversos casos de uso que demandan que se use la tecnología de BLE de una cierta manera que conlleva de manera intencionada transmisiones de único salto de corto alcance. Un buen ejemplo de esto es la detección de proximidad y los muchos casos de uso que requieren la detección de proximidad (persona en una posición, persona cerca de otra persona, persona cerca de una pieza de equipo, etc.) que se están normalizando rápidamente por grupos en el cuidado de la salud y en las industrias de la electrónica de consumo. Uno de los puntos más importantes de utilidad de la presente invención es permitir el control remoto (basado en web) de

los nodos habilitados para BLE, a pesar del hecho de que los nodos habilitados para BLE no se están operando de una manera que cree una red de malla general (grande) con conectividad web directa. La enorme utilidad de la red de WSN es su flexibilidad general y, por lo tanto, su omnipresencia anticipada como un medio de control de dispositivos distribuidos tales como balizas de BLE. La enorme utilidad de BLE en este caso es su omnipresencia anticipada por teléfonos inteligentes controlados por el consumidor.

Haciendo referencia ahora a la Figura 1, se proporciona una ilustración esquemática de un sistema de sensores **100** ilustrativo. El sistema de sensores **100** está configurado, en general, para actuar como un sistema de seguridad y control de acceso, sistema de monitorización de incendios, sistema de ubicación de personas o recursos, etc. En este sentido, el sistema de sensores **100** comprende una pluralidad de nodos finales **104**, **134**, **136**, **138** y una WSN **102**. La WSN **102** puede incluir, pero sin limitación, una red de malla. Las redes de malla son bien conocidas en la técnica y, por lo tanto, no se describirán en el presente documento. Además, debería entenderse que la red de malla comprende una pluralidad de subredes. Si falla un enlace de comunicación de nodo final con una subred particular, entonces el nodo final puede unirse automáticamente a otra subred dentro de la WSN **102**.

Los nodos finales **104**, **134**, **136**, **138** pueden incluir, pero sin limitación, cerraduras de ventanas electrónicas, cerraduras de puertas electrónicas, sensores de movimiento (por ejemplo, acoplados a equipo **156**), dispositivos de seguridad de área (por ejemplo, sensores de proximidad y/o cámaras de vídeo), detectores de incendios, tarjetas de acceso electrónico llevadas por empleados y/o etiquetas fijadas a objetos. Cada uno de los tipos listados de nodos finales son bien conocidos en la técnica, y, por lo tanto, no se describen en detalle en el presente documento. Cada nodo final puede ser de cualquier tipo.

En la Figura 1, se muestra el nodo final **104** como que incluye un dispositivo de comunicación y detección electrónico que está fijado a una pieza de equipo **156**. El equipo **156** puede ser una pieza de equipo fija o una pieza de equipo móvil. Puesto que el nodo final **104** incluye un dispositivo de comunicación y detección electrónico, comprende una antena **106**, un transceptor **108**, un controlador **110**, un acelerómetro **112**, un sensor de temperatura **114**, un Diodo de Emisión de Luz ("LED") **116**, otra circuitería **118** (por ejemplo, alarmas auditivas, alarmas táctiles, cámaras de vídeo, filtros, módulos criptográficos) y una fuente de alimentación (por ejemplo, una batería) **120**. La antena **106** y el transceptor **108** facilitan las comunicaciones con la WSN **102** y/u otros nodos finales mediante respectivos enlaces de comunicación de WSN inalámbricos **130**, **140-146**. En cualquier momento dado, el nodo final **104** realiza funciones especificadas (por ejemplo, recoger datos de sensor, capturar imágenes, recopilar audio, emitir luz, filtrar datos, analizar datos, transmitir datos, emitir indicadores, ejecutar algoritmos, actuar como un subcoordinador, etc.) para las que ha sido configurado por la WSN **102**.

En particular, el nodo final **104** está habilitado para BLE, y, por lo tanto, comprende también un módulo periférico de BLE (o baliza de BLE) **150**. El módulo periférico de BLE **150** implementa tecnología de BLE designada para la comunicación de punto a punto de alcance de corto a moderado entre sí mismo y otros dispositivos habilitados para BLE, tales como un nodo central de BLE (o concentrador de BLE) **152**. El nodo central de BLE **152** puede incluir, pero sin limitación, un dispositivo de comunicación móvil (por ejemplo, un teléfono inteligente, un asistente personal u otro dispositivo informático móvil) que está habilitado para BLE (es decir, implementa tecnología de BLE). La tecnología de BLE es bien conocida en la técnica y, por lo tanto, no se describirá en el presente documento. De manera similar, los dispositivos de comunicación móvil son bien conocidos en la técnica. Puede usarse cualquier tecnología de BLE y/o dispositivo de comunicación móvil conocidos o que vayan a conocerse en el presente documento sin limitación. En todos los casos, los componentes de BLE de los nodos de red **104**, **134-138**, **152** pueden implementarse en hardware, software y/o una combinación de hardware y software. El hardware incluye, pero sin limitación, uno o más circuitos electrónicos.

El establecimiento de los enlaces de comunicación de BLE **154** se controla al menos parcialmente por la WSN. En este sentido, la WSN **102** comprende una aplicación de control vinculada a WSN **176**. La aplicación de control vinculada a WSN puede residir en un nodo cualquiera (o incluso más de uno) de la WSN que incluye una segunda pasarela (no mostrada) de red (externa), un punto de acceso de WSN **158** conectado a la pasarela, un servidor local (no mostrado) accesible mediante la segunda red (no mostrada) y/o un servidor real o virtual remoto y/o basado en la nube **160**.

Aunque se muestra el nodo final **104** como que tiene dos componentes electrónicos separados y distintos para las comunicaciones basadas en WSN y las comunicaciones basadas en BLE, la presente invención no está limitada en este sentido. Como alternativa, puede emplearse un único circuito electrónico que realiza tanto operaciones basadas en WSN como operaciones basadas en BLE de acuerdo con software que se ejecuta en las mismas (por ejemplo, un firmware basado en WSN y un firmware basado en BLE). En este caso, puede proporcionarse una única antena con el nodo final **104**, en lugar de dos antenas como se muestra en la Figura 1. Puede proporcionarse un conmutador para controlar las conexiones entre la antena y cada uno de los componentes funcionales de WSN y BLE. Puede proporcionarse una fuente de alimentación común (por ejemplo, una batería, un dispositivo de recogida de energía o de conexión de la red eléctrica) y un convertidor/regulador de tensión para dar servicio tanto a los componentes de la WSN como de BLE.

Durante la operación, la tecnología de BLE del sistema de sensores **100** puede usarse para encontrar a una persona,

una pieza de equipo u otro elemento dentro de una instalación (por ejemplo, un edificio o almacén con muchas habitaciones o áreas desordenadas). Por ejemplo, una persona **164** en posesión del nodo central de BLE **152** está buscando equipo **156** dentro de la instalación. Una aplicación de software **166** está instalada en el nodo central de BLE **152** mediante la cual la persona puede: especificar un tipo particular de equipo o pieza de equipo (por ejemplo, por nombre, número de ID o custodio asignado) que él/ella está buscando (por ejemplo, mediante un menú u otra opción de entrada); seleccionar el comportamiento para que se realice por un módulo periférico de BLE en respuesta a su recepción de una señal transmitida desde el nodo central de BLE (por ejemplo, si ha de emitir el módulo periférico de BLE un indicador visual, un indicador auditivo, un indicador táctil y/o unas mediciones de potencia eléctrica); comunicar información especificada, un identificador único del nodo central de BLE y/o información de ubicación a la WSN **102** pasa su uso de esta manera al configurar operaciones de y/o invocar la activación del módulo periférico de BLE contenido en el nodo final acoplado a una pieza particular de equipo; establecer una conexión de BLE al módulo periférico de BLE; y/u obtener información desde el módulo periférico de BLE que hace que la aplicación de software **166** se ejecute con alguna especificidad y/o informar a la persona que él/ella está en proximidad al equipo deseado **156**. En particular, la comunicación de los nodos centrales de BLE con la WSN **102** puede ser directa o indirecta mediante una red de células (no mostrada).

En algunos escenarios, la WSN **102** puede controlar y/o cambiar la potencia de señal del módulo periférico de BLE y/o el patrón de antena de la antena de BLE **174** basándose en información recibida desde el nodo central de BLE **152** y/o el módulo periférico de BLE **150** (por ejemplo, información de ubicación y/o información de medición de potencia de señal). Por ejemplo, la WSN **102** puede ordenar que el módulo periférico de BLE **150** mantenga su potencia de señal relativamente baja (por ejemplo, menor del 0 dB) o que opere con una potencia de transmisión relativamente baja para conservar potencia y/o evitar la saturación de ancho de banda con energía innecesaria durante un periodo de tiempo dado. Si y cuando el nodo central de BLE **152** recibe una señal de BLE transmitida desde el módulo periférico de BLE, el nodo central de BLE se supone que está cerca del módulo periférico de BLE. Como alternativa, la WSN **102** puede ordenar que el módulo periférico de BLE **150** opere con una potencia de transmisión relativamente alta durante periodos cuando una persona desea interactuar con el nodo final **104** desde relativamente lejos (por ejemplo, puede aumentarse la potencia de transmisión del módulo periférico de BLE durante un cierto periodo de tiempo cuando la persona está buscando una pieza particular de equipo que no está donde se supone que ha de estar de modo que la persona puede buscar el equipo de manera relativamente rápida y con mínimo esfuerzo). La presente invención no está limitada a los detalles particulares de estos ejemplos.

La WSN **102** puede gestionar y/o cambiar cualesquiera propiedades, características, datos almacenados, operaciones y/o comportamiento de uno o más módulos periféricos de BLE de acuerdo con una aplicación particular en cualquier tiempo dado. En este sentido, puede modificarse un ciclo de trabajo de la baliza de BLE (es decir, el número de señales de BLE transmitidas desde el módulo periférico de BLE) por la WSN **102** (aumentarse para proporcionar resolución superior rastreando el nodo central de BLE o reducirse para conservar potencia). Adicionalmente o como alternativa, la WSN **102** puede: proporcionar al módulo periférico de BLE **150** con un contenido específico de la situación (por ejemplo, las partes de un edificio que se sabe que están en llamas y que no deben considerarse como parte de una ruta de evacuación) que ha de proporcionarse a los nodos centrales de BLE en proximidad a los mismos; aumentar una potencia de transmisión del módulo periférico de BLE para proporcionar un alcance significativamente mayor para aumentar las posibilidades de que las personas que posean nodos centrales de BLE puedan recibir mensajes de baliza de notificación de emergencia; cambiar modos del módulo periférico de BLE (por ejemplo, un modo de conservación de potencia, un modo de rendimiento superior, etc.); y/o cambiar características relacionadas con la seguridad del módulo periférico de BLE (por ejemplo, números aleatorios utilizados sólo una vez, algoritmos de función de troceo, números de semilla, algoritmos de seguridad activos, etc.) para responder a brechas de seguridad reales o potenciales.

Adicionalmente o como alternativa, se usa la analítica de extremo trasero y la lógica de control de BLE (ubicadas en servidor **160** o distribuidas a través de toda la WSN **102**) para controlar la potencia de uno o más módulos periféricos de BLE que representan un subconjunto de una pluralidad de módulos periféricos de BLE de tal manera que puede determinarse de manera más precisa la ubicación del nodo central de BLE. En otras palabras, cuando el nodo central de BLE está ubicado dentro de un área de servicio de un módulo periférico de BLE particular, puede aumentarse y/o reducirse la potencia de transmisión del módulo periférico de BLE y los nodos centrales de BLE circundantes mediante mensajes de control enviados a través de la WSN **102** de acuerdo con un algoritmo que puede estar diseñado para hacer evidente la ubicación exacta del nodo central de BLE con relación al subconjunto de los módulos periféricos de BLE.

En el enfoque más sencillo, el nodo central de BLE **152** puede hacer un contacto inicial con un primer módulo periférico de BLE **150** (es decir, recibir su señal enviada a potencia normal). Posteriormente, el nodo central de BLE **152** a continuación se pone en contacto por teléfono con una aplicación de software de control de extremo trasero **168** (mediante una red celular) que le dice a la aplicación de control que el nodo central de BLE está en contacto con un módulo periférico de BLE particular. La aplicación de software de control **168** usaría a continuación la WSN para aumentar la potencia de transmisión usada por el segundo y tercer módulos periféricos de BLE **170**, **172** en las cercanías del primer módulo periférico de BLE (por ejemplo, en una serie de aumentos en potencia graduales). La aplicación de software **166** en el nodo central de BLE **152** indica el tiempo y/u orden en el que se recibieron el segundo y tercer módulos periféricos de BLE. El nodo central de BLE **152** a continuación envía un informe mediante la red celular (no mostrada) a la aplicación de software de extremo trasero que enumera los tiempos y números de señal de

las señales de BLE recibidas en los mismos. La aplicación de software de extremo trasero **168** puede inferir (usando técnicas de triangulación sencillas o modificadas bien conocidas) la ubicación del nodo central de BLE **152**.

Como se ha indicado anteriormente, el módulo periférico de BLE **150** puede realizar ciertas operaciones en respuesta a su recepción de una señal de BLE transmitida desde el nodo central de BLE **152**. Por ejemplo, el módulo periférico de BLE **150** emite una alarma de audio, una alarma visual, una alarma táctil y/o un mensaje de alarma de firma de radio que indica una distancia entre el módulo periférico de BLE **150** y el nodo central de BLE **152**. En el caso de firma de radio, el nodo central de BLE **152** emite información a la persona **164** que especifica si él/ella está viajando hacia (y acercándose de esta manera al módulo periférico de BLE **150**) o alejándose (y, de esta manera, alejándose más del módulo periférico de BLE **150**). La información puede visualizarse como un mapa que muestra una distancia medida entre los dos dispositivos **150**, **152**, un gráfico, un diagrama, una escala de frío-calor y/u otra interfaz de usuario gráfica.

El tipo de alarma emitida desde el módulo periférico de BLE **150** puede controlarse por el nodo central de BLE **152** mediante la WSN **102**, como se ha descrito anteriormente. Por ejemplo, si la persona **164** está intentando encontrar el equipo **156** durante el horario comercial en el que los clientes están presentes dentro de la instalación, entonces puede que no se desee que el módulo periférico de BLE **150** emita alarmas auditivas (por ejemplo, pitidos). En este caso, la persona **164** realiza interacciones de software de usuario con el nodo central de BLE **152** para hacer que la WSN **102** comunique una señal de comando al módulo periférico de BLE **150** para desactivar la alarma o alarmas auditivas **118** del mismo y/o posibilitar la circuitería para generar mensajes de alarma de firma de radio. En contraste, si la persona **164** está intentando hallar el equipo **156** durante horas no comerciales en las que los clientes no están presentes dentro de la instalación, entonces puede no ser deseable hacer que el módulo periférico de BLE **150** emita alarmas auditivas, visuales y/o táctiles. En este caso, la persona **164** realiza interacciones de software de usuario con el nodo central de BLE **152** para hacer que la WSN **102** comunique una señal de comando al módulo periférico de BLE **150** para posibilitar la alarma o alarmas auditivas **118**, alarmas visuales **116** y/o alarmas táctiles **118**. La presente invención no está limitada a los detalles particulares de este ejemplo.

En algunos escenarios, los dispositivos de BLE **150**, **152** comunican manera continua o periódica información útil al determinar sus ubicaciones relativas entre sí y/o a la WSN **102**. Por ejemplo, el dispositivo periférico de BLE **150** puede enviar un mensaje de respuesta al nodo central de BLE **152** en N diferentes niveles de potencia, donde N es un número entero. El mensaje de respuesta puede incluir una potencia de transmisión y una intensidad de señal recibida esperada en una distancia dada. En este caso, el nodo central de BLE **152** puede inferir su distancia al dispositivo periférico de BLE **150** comparando la intensidad de señal recibida real a la intensidad de señal recibida esperada. La distancia inferida puede a continuación comunicarse desde el nodo central de BLE **152** a la WSN **102**. La presente invención no está limitada a los detalles particulares de este ejemplo. Pueden emplearse otras técnicas de determinación de ubicación en el presente documento sin limitación, tal como una técnica de triangulación y/o una técnica basada en mapeo de atenuación.

Basándose en la distancia inferida entre los dispositivos de BLE **150** y **152**, puede ajustarse la potencia de transmisión y/o el patrón de antena del módulo periférico de BLE **150** por la WSN **102** una vez o una pluralidad de veces durante el periodo de tiempo en el que la persona **164** está intentando buscar el equipo **156**. Tras encontrar el equipo **156**, la persona **164** puede realizar operaciones para obtener otra información desde el módulo periférico de BLE **150** (por ejemplo, datos de medición desde un acelerómetro **112**, un sensor de temperatura **114** u otra circuitería **118**). La otra información puede incluir, pero sin limitación, datos de sensor, datos relacionados con emergencias (por ejemplo, datos de ruta de salida de emergencia), datos de especificación de equipo, datos promocionales de equipo y/o datos de compra/alquiler/salida de equipo.

Haciendo referencia ahora a las Figuras 2A-2B, se proporciona un diagrama de flujo de un método ilustrativo **200** para operar un sistema de sensores (por ejemplo, el sistema de sensores **100** de la Figura 1). El método **200** comienza con la etapa **202** y continúa con la etapa **204** cuando una WSN (por ejemplo, la WSN **102** de la Figura 1) realiza operaciones para configurar las operaciones de al menos un primer nodo final de la misma (por ejemplo, el nodo final **104** de la Figura 1). Por ejemplo, la WSN puede enviar señales de comandos al primer nodo de extremo que le dirige para realizar al menos una de las siguientes operaciones: recopilar datos de sensor; capturar imágenes; recopilar audio; emitir luz; filtrar datos; analizar datos; transmitir datos; emitir indicadores; ejecutar algoritmos; y actuar como un subcoordinador. Posteriormente, en una siguiente etapa **206**, el primer nodo final realiza funciones especificadas para las que ha sido configurado por la WSN.

Algún tiempo después, se realizan las etapas opcionales **208** y **210**. Estas etapas implican: realizar las operaciones por la WSN para detectar cuándo ha ocurrido un evento especial (por ejemplo, un incendio u otra emergencia) o existen ciertas condiciones; y activar o cambiar un modo de al menos un primer módulo periférico de BLE (por ejemplo, el módulo periférico de BLE **150** de la Figura 1) en respuesta a la detección de la ocurrencia de evento especial o la existencia de una condición. El primer módulo periférico de BLE está contenido en un nodo final (por ejemplo, el nodo final **104** de la Figura 1) de la WSN que está acoplado a una pieza de equipo (por ejemplo, el equipo **156** de la Figura 1), a una persona u otro objeto.

En una siguiente etapa **212**, un nodo central de BLE (por ejemplo, el nodo central de BLE **152** de la Figura 1) recibe

una primera entrada de usuario para lanzar una aplicación de software de BLE (por ejemplo, la aplicación de software de BLE **166** de la Figura 1) instalada en el mismo. La aplicación de software de BLE es operativa para ayudar a una persona a buscar la pieza de equipo, persona u objeto dentro de una instalación (por ejemplo, un edificio). Después de que se ha lanzado la aplicación de software de BLE, se realizan las etapas **214-216** cuando el nodo central de BLE recibe las segundas y terceras entradas de usuario. En el escenario de equipo, la segunda entrada de usuario especifica un tipo particular de equipo y/o una pieza particular de equipo que está buscando la persona. En otros tipos de escenarios (por ejemplo, buscar a una persona u otro objeto), la segunda entrada de usuario puede especificar diferente información (por ejemplo, un tipo de persona, un identificador único para una persona, un tipo de objeto, un identificador único para un objeto, etc.). La tercera entrada de usuario especifica el comportamiento que ha de realizarse por el módulo periférico de BLE en respuesta a su recepción de una señal transmitida desde el nodo central de BLE. Por ejemplo, la tercera de entrada de usuario puede especificar que el módulo periférico de BLE hace que un nodo final emita una alarma visual, una alarma auditiva, una alarma táctil y/o información útil al determinar una distancia real o aproximada entre el módulo periférico de BLE y el nodo central de BLE, cuando el módulo periférico de BLE recibe una señal de interrogación de BLE desde el nodo central de BLE. Como alternativa o adicionalmente, la tercera entrada de usuario puede especificar que debe desactivarse una o más alarmas (por ejemplo, la alarma auditiva) en el tiempo actual y/o reactivarse automáticamente en un tiempo posterior.

La información especificada por la primera, segunda y tercera entradas de usuario se comunica a continuación desde el nodo central de BLE a la WSN, como se muestra por la etapa **218**. En la WSN, se usa la información en la etapa **220** de la Figura 2B para invocar la activación del módulo periférico de BLE (si no se activó el módulo periférico de BLE en la etapa anterior **210**) y/o configurar operaciones del nodo final en las que está contenido el módulo periférico de BLE. Las operaciones pueden configurarse adicionalmente basándose en la ubicación del nodo central de BLE dentro de la instalación. La ubicación del nodo central de BLE puede obtenerse usando cualquier técnica de determinación de ubicación conocida o que vaya a conocerse.

El módulo periférico de BLE puede configurarse de manera que proporcionará ciertos servicios al nodo central de BLE una vez que se ha establecido una conexión de BLE entre los mismos. Los servicios pueden incluir, pero sin limitación, servicios de ubicación de persona/objeto/equipo, servicios de generación de información de sensor, servicios basados en emergencias (por ejemplo, proporcionar una salida segura de un edificio, proporcionar un mapa que muestra la ruta de recorrido de uno o más individuos del edificio, proporcionar un mapa que muestra áreas dentro de un edificio que no son seguras o tienen un problema de emergencia en las mismas, etc.), servicios basados en compra/alquiler/salida de equipo y/o servicios basados en la utilización de equipo (por ejemplo, proporcionar especificaciones y/o instrucciones sobre cómo usar/reparar una pieza de equipo). Como alternativa o adicionalmente, puede cambiarse la potencia de señal de transmisión, el patrón de antena y/o el alcance del módulo periférico de BLE en este momento. Por ejemplo, la WSN puede ordenar al módulo periférico de BLE que opere con una potencia de transmisión relativamente alta o baja.

Haciendo referencia de nuevo a la Figura 2B, el método **200** continúa con la etapa **222-228** en la que se realizan diversas operaciones de comunicación de BLE. Estas etapas implican: establecer un enlace de comunicaciones de BLE (por ejemplo, enlace de BLE **154** de la Figura 1) entre el nodo central de BLE y el módulo periférico de BLE; transmitir una señal de interrogación de BLE desde el nodo central de BLE al módulo periférico de BLE; y realizar operaciones en el módulo periférico de BLE en respuesta a su recepción de la señal de interrogación de BLE. Por ejemplo, el módulo periférico de BLE puede emitir una alarma. Adicionalmente, el módulo periférico de BLE comunica una señal de respuesta de BLE al nodo central de BLE. La señal de respuesta de BLE incluye información que (a) hace que la aplicación de software de BLE se ejecute en el nodo central de BLE para ejecutarse con especificidad y/o (b) es útil al determinar la distancia relativa entre el nodo central de BLE y el módulo periférico de BLE. La distancia relativa puede determinarse por el nodo central de BLE y/o la WSN. En los escenarios de WSN, el nodo central de BLE comunica información a la WSN que es útil al determinar las ubicaciones relativas reales o aproximadas del nodo central de BLE y/o el módulo periférico de BLE dentro de una instalación, como se muestra por la etapa **230**. En cualquier escenario, el nodo central de BLE puede comunicar opcionalmente información que indica la distancia relativa determinada de esta manera.

Una vez que se ha determinado la distancia relativa, se realiza la etapa **232** cuando el nodo central de BLE emite información al usuario de la misma (por ejemplo, la persona **164** de la Figura 1) que indica su ubicación relativa al módulo periférico de BLE. Por ejemplo, el nodo central de BLE puede presentar visualmente en una pantalla de visualización del mismo (no mostrada) un mapa, un gráfico, un diagrama, una escala de frío-calor y/u otra interfaz de usuario gráfica que muestra o que indica la distancia entre sí mismo y el módulo periférico de BLE, apuntando la dirección hacia el módulo periférico de BLE, las ubicaciones relativas de los dos dispositivos habilitados para BLE y/o si el nodo central de BLE está viajando hacia/lejos del dispositivo periférico de BLE.

Tras finalizar la etapa **232**, se realiza una etapa de decisión **234** para determinar si el nodo central de BLE está en proximidad al módulo periférico de BLE. Si el nodo central de BLE está en proximidad al módulo periférico de BLE [**234:SI**], entonces se realiza la etapa **238** cuando el nodo central de BLE obtiene información de interés desde el módulo periférico de BLE. Por ejemplo, puede proporcionarse por el nodo central de BLE información de sensor, información relacionada con emergencias (por ejemplo, información de ruta de salida de emergencia), información de especificación de equipo, información promocional de equipo y/o información de compra/alquiler/salida de equipo.

Posteriormente, se realiza la etapa **240** donde finaliza el método **200** o se realiza otro procesamiento.

En contraste, si el nodo central de BLE no está en proximidad al módulo periférico de BLE [**234:NO**], a continuación, se realiza la etapa opcional **236** cuando la WSN reconfigura operaciones del módulo periférico de BLE y/o del nodo final asociado basándose en la distancia relativa entre el nodo central de BLE y el módulo periférico de BLE. Por ejemplo, la potencia de señal de transmisión, patrón de antena y/o alcance del módulo periférico de BLE puede cambiarse como alternativa o adicionalmente en este momento. De esta manera, puede cambiarse periódicamente la potencia de señal de transmisión, el patrón de antena y/o el alcance del módulo periférico de BLE mientras una persona está buscando a otra persona, una pieza de equipo u otro objeto dentro de la instalación. Posteriormente, se realiza la etapa **240** en la que el método **200** finaliza o se realiza otro procesamiento.

REIVINDICACIONES

1. Un método para operar un sistema de sensores (100), comprendiendo el sistema (100):

5 una red de Bluetooth de baja energía, BLE,
una red de sensores inalámbricos, WSN, (102) basada en un protocolo de WSN,
un nodo central (152) que está habilitado para BLE,
una pluralidad de nodos finales (104, 134, 136, 138) que comprende un transceptor (108) y una antena (106) para
la comunicación con otros nodos de la WSN y un módulo periférico de BLE (150) y una antena de BLE (174) para
10 enlaces de comunicación de BLE de comunicación de punto a punto con el nodo central; comprendiendo el método:

realizar primeras operaciones por la red de sensores inalámbricos, WSN, (102) para (a) configurar remotamente
operaciones de los nodos finales (104, 134, 136, 138), y (b) controlar remotamente la actividad de enlace de
comunicación de BLE dentro de la red de BLE; por lo que el establecimiento de los enlaces de comunicación
15 de BLE está controlado al menos parcialmente por una aplicación de control vinculada a WSN de la WSN; por
lo que la WSN controla y/o cambia la potencia de señal de un módulo periférico de BLE y/o el patrón de antena
de una antena de BLE basándose en la información recibida desde el nodo central de BLE y/o un módulo
periférico de BLE; y
realizar segundas operaciones por la red de BLE para (a) encontrar personas u objetos dentro de una
20 instalación y (b) proporcionar servicios a usuarios de dispositivos de comunicación móvil que están habilitados
para BLE y residen dentro de la instalación.

2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la actividad de enlace de BLE se controla desactivando un
módulo periférico de BLE (150) cuando existe una primera condición y activando el módulo periférico de BLE (150)
25 cuando existe una segunda condición.

3. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en donde la primera condición es una condición de operación normal
y la segunda condición es una condición de emergencia.

30 4. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente comunicar información desde un
primer dispositivo de comunicación móvil de los dispositivos de comunicación móvil a la WSN (102), que indica al
menos uno de un tipo de objeto o de persona que se está intentando ubicar, un objeto o una persona particulares que
se está intentando ubicar, un comportamiento deseado de un módulo periférico de BLE (150) asociado al objeto o a
la persona que se está intentando ubicar y una ubicación del dispositivo de comunicación móvil dentro de la instalación.

35 5. El método de acuerdo con la reivindicación 4, en donde las primeras operaciones comprenden invocar la activación
del módulo periférico de BLE (150) basándose en la información comunicada desde el primer dispositivo de
comunicación móvil a la WSN (102) o en donde las primeras operaciones comprenden configurar terceras operaciones
del módulo periférico de BLE (150) basándose en la información comunicada desde el primer dispositivo de
40 comunicación móvil a la WSN (102).

6. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde las segundas operaciones comprenden:

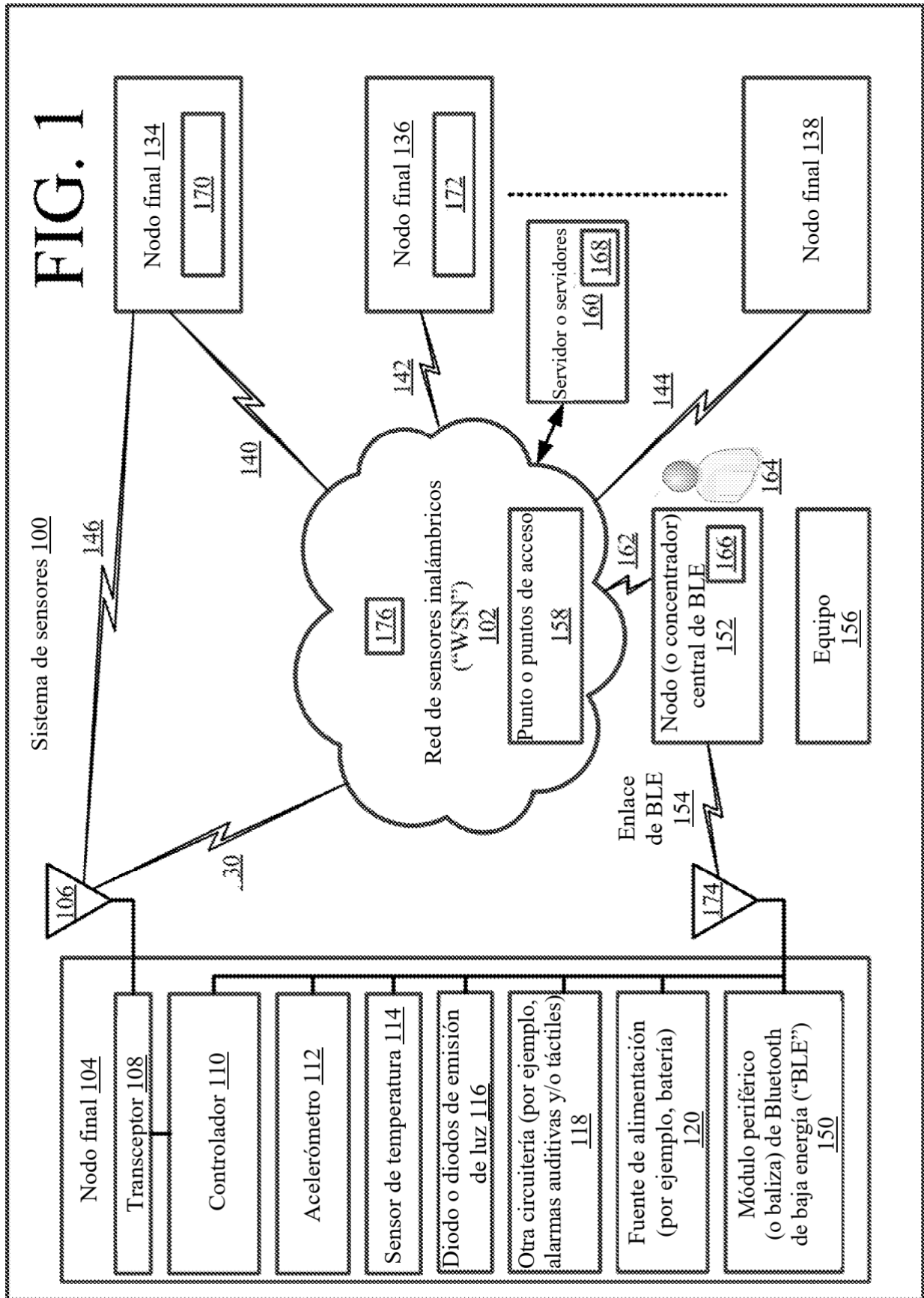
45 establecer un enlace de BLE entre un primer dispositivo de comunicación móvil de los dispositivos de comunicación
móvil y un módulo periférico de BLE (150);
recibir una señal de interrogación de BLE en el módulo periférico de BLE (150) que se transmitió desde el primer
dispositivo de comunicación móvil; y emitir una alarma de audio, una alarma visual, una alarma táctil y/o un mensaje
de alarma de firma de radio que indica una distancia entre un módulo periférico de BLE (150) y el nodo central de
BLE (152) del módulo periférico de BLE (150) en respuesta a la señal de interrogación de BLE de acuerdo con una
50 manera en la que el módulo periférico de BLE (150) fue configurado por la WSN; o en donde las segundas
operaciones comprenden emitir información desde un primer dispositivo de comunicación móvil de los dispositivos
de comunicación móvil que indica ubicaciones relativas del primer dispositivo de comunicación móvil y un módulo
periférico de BLE (150) de la red de BLE.

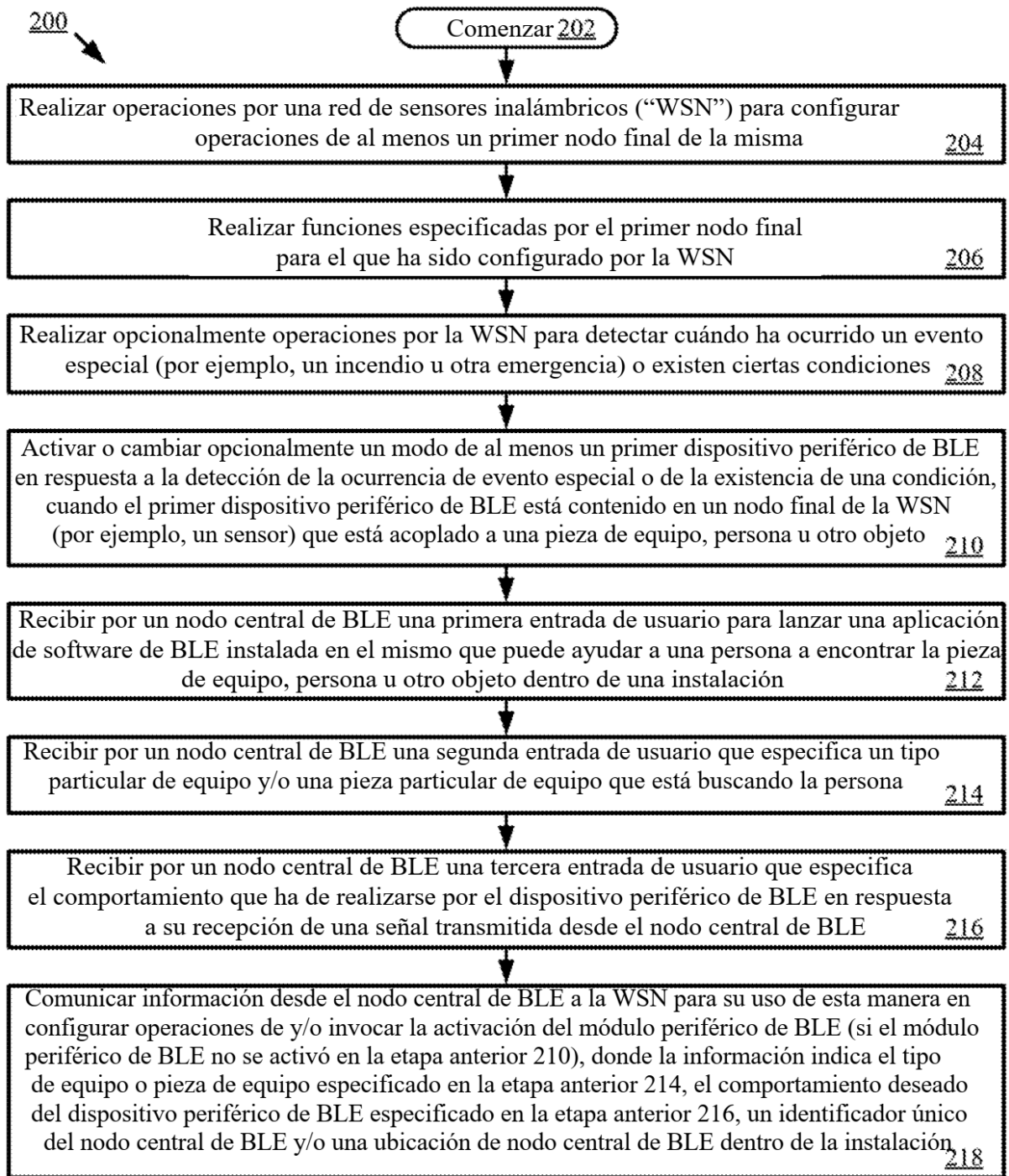
55 7. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde las primeras operaciones comprenden reconfigurar
periódicamente operaciones de al menos un nodo final durante una sesión de BLE en la que el nodo final tiene una
conexión de BLE a al menos uno de los dispositivos de comunicación móvil, donde se realiza la reconfiguración
periódica basándose en información recibida desde al menos uno del nodo final y el dispositivo de comunicación móvil
que indica o que es útil al determinar ubicaciones relativas del nodo final y del dispositivo de comunicación móvil.

60 8. Un sistema de sensores (100), que comprende:

una red de Bluetooth de baja energía, BLE,
una red de sensores inalámbricos, WSN, (102) basada en un protocolo de WSN,
65 un nodo central (152) que está habilitado para BLE,
una pluralidad de nodos finales (104, 134, 136, 138) que comprende un transceptor (108) y una antena (106) para

la comunicación con otros nodos de la WSN y un módulo periférico de BLE (150) y una antena de BLE (174) para enlaces de comunicación de BLE de comunicación de punto a punto con el nodo central, en donde el sistema de sensores (100) está configurado para llevar a cabo el método de cualquiera de las reivindicaciones 1-7.





A

FIG. 2A

Ir a FIG. 2B

Desde FIG. 2A



FIG. 2B

