

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 026 608**

51 Int. Cl.:

G01S 19/34

(2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.10.2011** **E 21150806 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.03.2025** **EP 3828596**

54 Título: **Gestión de energía en un dispositivo de rastreo inalámbrico que opera con una fuente de energía restringida**

30 Prioridad:

28.12.2010 US 98017110

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.06.2025

73 Titular/es:

**FEDERAL EXPRESS CORPORATION (100.00%)
3610 Hacks Cross Road
Memphis, TN 38125, US**

72 Inventor/es:

**TURON, MARTIN;
XIN, YANG y
DIERKS, MICHAEL P.**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 3 026 608 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

Gestión de energía en un dispositivo de rastreo inalámbrico que opera con una fuente de energía restringida

Antecedentes de la invención

1. Campo de la Invención

- 5 Esta invención se refiere a la gestión de las operaciones de un dispositivo de rastreo inalámbrico con una fuente de energía restringida, de manera más específica a la operación del dispositivo de rastreo inalámbrico en más de un modo de operación para reducir el consumo de energía y prolongar su tiempo operacional.

2. Antecedentes de la Invención

- 10 Los dispositivos de rastreo inalámbrico se emplean para rastrear las ubicaciones y las condiciones de varios activos. Tales dispositivos de rastreo inalámbrico a menudo se montan en los activos o se colocan en los alrededores de los activos. A medida que los activos se transportan o se exponen a un entorno cambiante, los dispositivos de rastreo inalámbrico detectan la ubicación y/o perciben las condiciones cambiantes de los activos. Luego, los dispositivos de rastreo inalámbrico envían mensajes inalámbricos que indican las ubicaciones y/o los otros parámetros ambientales de los activos a una estación de monitoreo remoto. En base a la información recogida, la estación de monitoreo remoto puede impulsar acciones como enviar los informes a los clientes, tomar acciones correctivas para evitar el deterioro de los activos e iniciar la recuperación de activos robados.

- 20 Generalmente, un dispositivo de rastreo inalámbrico incluye varios componentes y sensores encerrados en una carcasa. La carcasa proporciona una protección robusta contra la suciedad u otros contaminantes, así como también contra fuerzas externas. El dispositivo de rastreo inalámbrico puede incluir varios componentes tales como sensores de temperatura, sensores de humedad, sensores de luz, acelerómetros, giroscopios, magnetómetros, controladores, módulos GPS y módulos de comunicación inalámbrica. Estos componentes o módulos pueden consumir energía durante sus operaciones. Algunos dispositivos de rastreo inalámbrico incluyen sensores para adaptarse a diversas aplicaciones, mientras que otros dispositivos de rastreo inalámbrico se equipan con menos tipos de sensores seleccionados para aplicaciones específicas.

- 30 Para proporcionar energía a estos componentes y módulos, un dispositivo de rastreo inalámbrico incluye una fuente de energía restringida, como baterías o celdas solares. En muchos casos, los dispositivos de rastreo inalámbrico operan en entornos donde el acceso a otras fuentes de energía no está disponible. Los dispositivos de rastreo inalámbrico a menudo dependen de la fuente de energía restringida para sus operaciones. Por lo tanto, para aumentar el tiempo de operación de un dispositivo de rastreo inalámbrico, es necesario reducir el consumo de energía de sus componentes.

- 35 El documento US 2010/271260 A1 se refiere a un dispositivo de seguimiento de posición de ahorro de energía que incluye una unidad central de procesamiento; una unidad de comunicación inalámbrica de corta distancia, para establecer una conexión inalámbrica con un transceptor inalámbrico de corta distancia para realizar un seguimiento de posición; una unidad receptora GPS, para recibir una señal de satélite para realizar un seguimiento de posición y emitir información de posición; una unidad de comunicación móvil, para transmitir la información de posición a un centro de control remoto.

Resumen de la invención

- 40 De acuerdo con aspectos de la presente invención, se proporciona un método, un dispositivo y un medio de almacenamiento legible por ordenador, según se establece en las reivindicaciones adjuntas. Otras características de la invención se desprenderán de las reivindicaciones dependientes, los dibujos adjuntos y la descripción que sigue. Las realizaciones se refieren a un dispositivo de rastreo inalámbrico que opera en al menos dos modos de funcionamiento para reducir el consumo de energía. En modo de hibernación, el dispositivo de rastreo inalámbrico apaga los componentes que consumen mucha energía para ahorrar energía.
- 45 El dispositivo de rastreo inalámbrico puede activarse intermitentemente en modo activo, donde se encienden los componentes que consumen mucha energía. Al detectar un evento, el dispositivo de rastreo inalámbrico cambia del modo de hibernación al modo activo para rastrear ubicaciones o detectar cambios en su entorno. El dispositivo de rastreo inalámbrico puede volver al modo de hibernación si no se detectan más eventos o si transcurre un tiempo preestablecido.

- 50 Las características y ventajas descritas en la descripción no son todas inclusivas y, particularmente, muchas características y ventajas adicionales serán evidentes para un experto en la técnica en vista de los dibujos, la descripción, y las reivindicaciones. Además, se debe señalar que el lenguaje usado en la descripción se ha seleccionado principalmente para propósitos de instrucción y de facilidad de lectura.

Breve descripción de las figuras

La Figura 1 es un diagrama conceptual que ilustra un dispositivo de rastreo inalámbrico en un vehículo, de acuerdo con una realización.

La Figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra un dispositivo de rastreo inalámbrico, de acuerdo con una realización.

5 La Figura 3 es un diagrama que ilustra un método de operar el dispositivo de rastreo inalámbrico en más de un modo, de acuerdo con una realización.

La Figura 4 es un diagrama que ilustra una geocerca asociada con diferentes modos de operación, de acuerdo con una realización.

10 La Figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra el proceso de conmutar entre el modo activo y el modo de hibernación cuando se implementa la geocerca.

Descripción detallada de la invención

15 Las realizaciones descritas en la presente descripción proporcionan un dispositivo de rastreo inalámbrico que opera en al menos dos modos para reducir el consumo de energía y extender el tiempo operativo del dispositivo de rastreo inalámbrico. En un modo activo, el dispositivo de rastreo inalámbrico activa un módulo de comunicación para comunicarse con un dispositivo remoto a través de una conexión inalámbrica u otros componentes que consumen una gran cantidad de energía. En un modo de hibernación, los componentes o módulos del dispositivo de rastreo inalámbrico se apagan para reducir el consumo de energía. El dispositivo de rastreo inalámbrico puede conmutar del modo de hibernación al modo activo de forma selectiva cuando se detecta un evento predeterminado.

20 Ejemplo del uso del dispositivo de rastreo inalámbrico

La Figura 1 es un diagrama que ilustra un dispositivo de rastreo inalámbrico 122 en un vehículo 120 en movimiento. El dispositivo de rastreo inalámbrico 122 se puede ubicar en una carga 126 que se transporta mediante el vehículo 120. En este ejemplo, el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 rastrea su ubicación mediante el uso de un módulo de Sistema de Posicionamiento Global (GPS) que detecta las señales de los satélites 110. El dispositivo de rastreo inalámbrico 122 dentro de las cargas 126 también se comunica con una estación de monitoreo remoto 128 a través de un canal de comunicación inalámbrica 130.

25 El vehículo 120 puede transportar múltiples unidades de carga 126 donde cada unidad se equipa con un dispositivo de rastreo inalámbrico 122. Cada carga 126 se puede destinar a una ubicación objetivo diferente. A medida que se transporta una carga 126, un dispositivo de rastreo inalámbrico 122 unido a la carga 126 rastrea la ubicación de la carga 126 y las condiciones ambientales que rodean a la carga 126. Luego, la ubicación y otra información del entorno se transmiten a una estación de monitoreo remoto 128 en un mensaje inalámbrico.

30 Las condiciones ambientales detectadas por el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 pueden incluir, pero no se limitan a, temperatura, humedad, luz, sonido, vibración, inclinación, golpe, ciertos tipos de compuestos químicos, presión, campo magnético, humo, y movimientos. El dispositivo de rastreo inalámbrico 122 se puede configurar para detectar algunas o todas estas condiciones ambientales.

35 El uso del dispositivo de rastreo inalámbrico 122 no se limita a mover las cargas 126. El dispositivo de rastreo inalámbrico 122 puede usarse para un objeto que permanece estacionario. En tal caso, el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 se usa principalmente para detectar las condiciones ambientales que rodean al dispositivo de rastreo inalámbrico 122. Además, el vehículo 120 es meramente un ejemplo de un modo de transporte. El dispositivo de rastreo inalámbrico 122 y la carga 126 se pueden transportar mediante el uso de otros modos de transporte tales como embarcaciones, trenes o aviones. La carga 126 puede ser cualquier activo transportado en el comercio, que incluye, entre otras cosas, sobres, bultos, paquetes exprés, cajas, paletas, contenedores, cajas, y bienes y materiales especiales.

Ejemplo de la estructura del dispositivo de rastreo inalámbrico

45 El dispositivo de rastreo inalámbrico 122 funciona en dos modos distintos: un modo activo y un modo de hibernación. En el modo activo, la mayoría o todos los componentes del dispositivo de rastreo inalámbrico 122 se activan. Los componentes activados incluyen los componentes de alto consumo de energía tal como un módulo de comunicación inalámbrica. En el modo de hibernación, se activa un menor número de componentes o módulos en el dispositivo de rastreo inalámbrico 122. Otros componentes o módulos se apagan para conservar la energía. El dispositivo de rastreo inalámbrico 122 conmuta entre el modo activo y el modo de hibernación en respuesta a la detección o en anticipación de un evento.

50 La figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra el dispositivo de rastreo inalámbrico 122, de acuerdo con una realización. El dispositivo de rastreo inalámbrico 122 incluye, entre otros componentes, al menos un controlador tal como un controlador de sistema de alta potencia 210, o un controlador de sistema de baja potencia 214, un

módulo de Sistema de Posicionamiento Global (GPS) 222, un módulo de comunicación inalámbrica 226, y al menos un sensor 250 hasta 262. El dispositivo de rastreo inalámbrico 122 también puede incluir un gestor de energía 230, una fuente de energía restringida 234 y otros componentes no ilustrados en la Figura 2 tales como un módulo de entrada o altavoces.

5 El dispositivo de rastreo inalámbrico 122 de la Figura 2 tiene una estructura de procesador dual que incluye dos controladores: el controlador del sistema de alta potencia 210 y el controlador del sistema de baja potencia 214. Mediante el uso de los dos controladores, el consumo de energía se reduce en el modo de hibernación mientras se obtiene una alta capacidad de cálculo durante el modo activo. Cuando el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 se coloca en el modo activo, el controlador del sistema de alta potencia 210 se activa y realiza
10 operaciones que consumen mucha energía. Tales operaciones de uso intensivo de energía incluyen, por ejemplo, la determinación de la ubicación del dispositivo de rastreo inalámbrico 122 mediante el uso del módulo GPS 222 y la comunicación de forma inalámbrica con la estación de monitoreo remoto 128 a través del módulo de comunicación inalámbrica 226. Durante el modo de hibernación, el dispositivo de rastreo inalámbrico 122, el módulo GPS 222 y el módulo de comunicación inalámbrica 226 se pueden desactivar para reducir el consumo de energía.

En una realización, el controlador del sistema de baja potencia 214 se incorpora como microcontrolador ATMEGA de 8 bits (disponible en Atmel Corporation de San José, California), microcontrolador Energy Micro Gecko (disponible en Energy Micro AS de Oslo, Noruega) o SAM3 (disponible en Atmel Corporation de San José, California). Los ejemplos de los controladores del sistema de alta potencia 210 incluyen la serie Marvell
20 PXA, ARM11, la serie Cortex-A, o los DSP de TI.

En una realización, el controlador del sistema de alta potencia 210 controla la operatividad del módulo GPS 222 y del módulo de comunicación inalámbrica 226. Cuando se apaga el controlador del sistema de alta potencia 210, el módulo GPS 222 y el módulo de comunicación inalámbrica 226 también se desactivan para reducir el consumo de energía.

25 El controlador del sistema de baja potencia 214 permanece activo tanto en el modo activo como en el modo de hibernación. El controlador del sistema de baja potencia 214 determina si colocar el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 en el modo activo o en el modo de hibernación, como se describe más abajo en detalle con referencia a la Figura 3. En una realización, el controlador del sistema de baja potencia 214 se conecta a los componentes de bajo consumo de energía tales como los sensores 250 a 262. El controlador del sistema de
30 baja potencia 214 continúa recibiendo las señales de sensor 282 a 294 incluso en el modo de hibernación para evitar perder los datos de sensor significativos. Sin embargo, la velocidad de muestreo y la sensibilidad de las señales de sensor 282 a 294 se pueden reducir en el modo de hibernación para reducir el consumo de energía.

El controlador del sistema de baja potencia 214 envía órdenes al gestor de energía 230 para encender o apagar la energía proporcionada al controlador del sistema de alta potencia 210. Cuando el controlador del sistema de
35 baja potencia 214 emite una orden que indica que el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 se debe colocar en el modo de hibernación, el gestor de energía 230 desconecta la energía del controlador del sistema de alta potencia 210.

El gestor de energía 230 se conecta a la fuente de energía 234. La fuente de energía 234 puede ser una fuente de energía restringida, como una batería o unas células solares. En una realización, la fuente de energía 234
40 incluye un circuito de carga. El circuito cargador recibe la corriente eléctrica que carga a través del puerto 238 para cargar la batería.

El módulo GPS 222 puede incluir una antena y una unidad de procesamiento de señales para recibir las señales GPS. El módulo GPS 222 funciona bajo el mando del controlador del sistema de alta potencia 210 para identificar la ubicación actual del dispositivo de rastreo inalámbrico 122. En una realización, el módulo GPS 222
45 incorpora un A-GPS (GPS asistido) que mejora el rendimiento de inicio o TTFF (Tiempo Hasta la Primera Fijación) mediante la utilización de los datos recibidos a través del módulo de comunicación inalámbrica 226. Para este propósito, el módulo GPS 222 recibe los datos de efemérides desde un servidor remoto a través del módulo de comunicación inalámbrica 226.

El módulo de comunicación inalámbrica 226 incluye un transceptor para enviar o recibir los datos hacia o desde la estación de monitoreo remoto 128. El módulo de comunicación inalámbrica 226 puede establecer la
50 comunicación mediante el uso de varios protocolos de comunicación tales como GSM, WiFi, Bluetooth, Zigbee, UMTS/HSPA, 3GPP Long Term Evolution (LTE) y WiMAX.

Los sensores 250 a 262 detectan diversas propiedades o condiciones físicas y envían las señales de sensor 282 a 294 al controlador del sistema de baja potencia 214. Los sensores en el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 incluyen, por ejemplo, un acelerómetro 250, un sensor de luz 254, un sensor de temperatura 258 y un
55 sensor de humedad 262. El dispositivo de rastreo inalámbrico 122 puede incluir otros tipos de sensores para detectar diferentes propiedades o condiciones físicas.

El controlador del sistema de alta potencia 210 y el controlador del sistema de baja potencia 214 se comunican a través de un puente de datos 212. El controlador del sistema de alta potencia 210 puede recibir los datos del sensor desde el controlador del sistema de baja potencia 214, compilar los datos del sensor en un mensaje, y enviar el mensaje a la estación de monitoreo remoto 128 a través del módulo de comunicación inalámbrica 226.

Por otro lado, el controlador del sistema de baja potencia 214 recibe la información de ubicación (en base al módulo GPS 222) desde el controlador del sistema de alta potencia 210 o cualquier dato (por ejemplo, comando de control) recibido desde la estación de monitoreo remota 128 a través del puente de datos 212.

El controlador del sistema de alta potencia 210 y el controlador del sistema de baja potencia 214 incluyen un medio de almacenamiento legible por ordenador 270 y un medio de almacenamiento legible por ordenador 272, respectivamente. El medio de almacenamiento legible por ordenador 270 almacena las instrucciones para su ejecución por el controlador del sistema de alta potencia 210. El medio de almacenamiento legible por ordenador 272 almacena las instrucciones para su ejecución por el controlador del sistema de baja potencia 214. En una realización, los medios de almacenamiento legibles por ordenador 270, 272 se incorporan como un dispositivo de memoria no volátil (por ejemplo, EEPROM (Memoria de Sólo Lectura Programable y Borrable Eléctricamente) o una memoria flash), un dispositivo de memoria volátil (por ejemplo, Memoria de Acceso Aleatorio (RAM)) o una combinación de ambos.

La realización de la Figura 2 es meramente ilustrativa. También se pueden usar dispositivos de rastreo inalámbrico de diferente configuración. Por ejemplo, se puede usar una arquitectura de procesador único que incluye solamente un único controlador. En la arquitectura de un solo procesador, todos los componentes y sensores se conectan y se controlan mediante el controlador único. En una realización, el controlador único puede funcionar en dos modos: un modo activo con una mayor capacidad de procesamiento y un modo de hibernación con un consumo de energía reducido. En otra realización más, el controlador del sistema de alta potencia 210 y el controlador del sistema de baja potencia 214 también se podrían implementar en una configuración de múltiples núcleos o a través de virtualización con un solo núcleo.

Esquema de conmutación de modo de energía

La figura 3 es un diagrama que ilustra un método para colocar el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 en el modo activo o en el modo de hibernación, de acuerdo con una realización. El controlador del sistema de baja potencia 214 recibe 310 las señales de sensor 282 a 294 de los sensores 250 a 262 o la ubicación desde dispositivo de rastreo inalámbrico 122 del módulo GPS 222. Para este propósito, el controlador del sistema de baja potencia 214 almacena las instrucciones para conmutar los modos de energía en el medio de almacenamiento legible por ordenador 272.

Luego, el controlador del sistema de baja potencia 214 determina 312 si uno o más de los eventos predeterminados se detectan para colocar el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 en el modo activo. Se pueden usar varios tipos de eventos para conmutar los modos. El dispositivo de rastreo inalámbrico 122 se coloca en el modo activo cuando es probable que ocurran o continúen los eventos de interés para un usuario, mientras que el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 se coloca en el modo de hibernación cuando es poco probable que ocurran o continúen los eventos de interés.

Si uno o más de los eventos predeterminados se detectan, el controlador del sistema de baja potencia 214 coloca o mantiene 314 el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 en el modo activo. En una realización, los eventos predeterminados incluyen la detección del movimiento del dispositivo de rastreo inalámbrico 122 por el sensor del acelerómetro o de la velocidad del dispositivo de rastreo inalámbrico 122 por encima de un umbral. Mientras el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 está en el modo activo, el controlador del sistema de baja potencia 214 puede monitorear los cambios en la ubicación en base a las señales GPS desde la sesión del modo activo actual para determinar la velocidad del dispositivo de rastreo inalámbrico 122. Alternativamente, el controlador del sistema de baja potencia 214 puede comparar la ubicación del dispositivo de rastreo inalámbrico 122 con la ubicación del dispositivo de rastreo inalámbrico 122 en la sesión del modo activo anterior para determinar la velocidad del dispositivo de rastreo inalámbrico 122.

En una realización, el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 se coloca o mantiene 314 en el modo activo cuando se detectan eventos externos a través de los sensores 250 a 262. Los eventos externos se refieren a los eventos que ocurren fuera del dispositivo de rastreo inalámbrico 122 y pueden incluir, por ejemplo, (i) un movimiento del dispositivo de rastreo inalámbrico 122 (detectado por el acelerómetro 250), (ii) cambios desde interior al exterior o viceversa (detectados por el sensor de luz 254), (iii) cambios en la temperatura (detectados por el sensor de temperatura 258), (iv) cambios en la humedad (detectados por el sensor de humedad 262), y (v) la detección de ciertos compuestos químicos o humo. Si tales eventos externos se detectan, es probable que los eventos de interés se produzcan o continúen. Por lo tanto, el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 se mantiene en el modo activo para capturar los datos asociados con los eventos externos.

En una realización, el evento puede ser el paso del tiempo o una señal de un temporizador que indica un tiempo predeterminado. El controlador del sistema de baja potencia 214 puede conmutar periódicamente el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 al modo activo. El controlador del sistema de baja potencia 214 conmuta al modo

activo más a menudo o permanece en el modo activo durante más tiempo cuando el acelerómetro 250 envía una señal 282 que indica el movimiento del dispositivo de rastreo inalámbrico 122. Es más probable que el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 experimente cambios significativos en el entorno cuando se transporta el dispositivo de rastreo inalámbrico 122. Por lo tanto, el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 se coloca en el modo activo para enviar actualizaciones más frecuentes a la estación de monitoreo remoto 128. El controlador del sistema de baja potencia 214 puede volver al modo de hibernación si transcurre una cierta cantidad de tiempo.

Si no se detectan eventos significativos durante una cantidad de tiempo predeterminada, el controlador del sistema de baja potencia 214 coloca o mantiene 318 el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 en el modo de hibernación. Es poco probable que el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 encuentre cambios significativos cuando no se detectan los eventos predeterminados. Por lo tanto, el controlador del sistema de baja potencia 214 coloca el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 en el modo de hibernación para conservar la energía.

Después de colocar o mantener 314, 318 el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 en el modo activo o el modo de hibernación, el proceso vuelve a recibir 310 las señales o las ubicaciones de los sensores.

En una realización, eventos más significativos en las señales de sensor o cambios más drásticos en las ubicaciones se necesitan para conmutar el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 desde modo de hibernación al modo activo en comparación con los eventos para mantener el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 en el modo activo. La sensibilidad de los sensores (por ejemplo, el acelerómetro 250) se reduce en el modo de hibernación para evitar que el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 se despierte al modo activo debido a las variaciones menores en las señales de sensor.

Por el contrario, si el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 se encuentra actualmente en el modo activo, la sensibilidad de los sensores aumenta. El hecho de que el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 esté actualmente en el modo activo indica que es probable que el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 experimente otros eventos importantes. Ajustando la sensibilidad a las señales de sensor y a los cambios de ubicación en base al modo del dispositivo de rastreo inalámbrico 122, se puede evitar que el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 se despierte debido a los eventos insignificantes mientras se retiene la posibilidad de detectar los eventos significativos.

Geocerca del dispositivo de rastreo inalámbrico

El dispositivo de rastreo inalámbrico 122 se puede mover a través de una región geográfica donde la comunicación inalámbrica no está disponible o donde la recepción de la comunicación inalámbrica es deficiente. En una realización, tal región geográfica se puede establecer como una geocerca en la que el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 no se intenta comunicar con la estación de monitoreo remoto 128. Una geocerca en la presente descripción se refiere a un área geográfica definida de manera artificial para un propósito o el otro. Evitando la comunicación en el área geocercada, se puede evitar el consumo de energía asociado con el intento de comunicación con la estación de monitoreo remoto 128 en un área de mala recepción. Además, esta función se puede usar para satisfacer ciertos requisitos regulatorios sobre las transmisiones de RF en áreas particulares.

La Figura 4 es un diagrama que ilustra una geocerca 410 asociada con la comunicación inalámbrica del dispositivo de rastreo inalámbrico 122 donde la comunicación inalámbrica no está disponible o la recepción de la señal es deficiente. Dentro de la geocerca 410, el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 no se intenta comunicar con la estación de monitoreo remoto 128. Los datos recogidos para los eventos mientras el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 permanece en la geocerca 410 se almacenan y luego se transmiten a la estación de monitoreo remoto 128 cuando el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 deja la geocerca 410. En la Figura 4, la región 420 representa un área donde la comunicación inalámbrica del dispositivo de rastreo inalámbrico 122 está disponible con buena recepción.

En el ejemplo de la Figura 4, el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 se mueve desde el punto X al punto Z. Mientras que el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 está en la región 420 y distanciado de la geocerca 410 (representada por la línea X-Y), el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 conmuta al modo activo en una primera frecuencia (es decir, un intervalo de muestreo). A medida que el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 se aproxima a la geocerca 410 (representada por la línea Y-Z), el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 conmuta al modo activo en una segunda frecuencia más alta que la primera frecuencia (es decir, el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 se coloca en el modo activo más a menudo). Por ejemplo, el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 puede conmutar del modo de hibernación al modo activo cada 10 minutos cuando el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 viaja del punto X al punto Y. El mismo dispositivo de rastreo inalámbrico 122 puede conmutar del modo de hibernación al modo activo cada 5 minutos cuando el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 viaja desde el punto Y al punto Z.

En una realización, el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 conmuta de manera gradual al modo activo con frecuencia creciente o permanece en el modo activo durante más tiempo a medida que el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 se aproxima a la geocerca 410.

- 5 La Figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra el proceso de conmutar entre el modo activo y el modo de hibernación cuando se implementa la geocerca 410. Primero, el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 conmuta 508 al modo activo. En el modo activo, el controlador del sistema de baja potencia 214 determina 510 la ubicación, la dirección de movimiento y la velocidad del dispositivo de rastreo inalámbrico 122. En base a la ubicación, a la dirección de movimiento y a la velocidad del dispositivo de rastreo inalámbrico 122, el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 calcula 514 el tiempo estimado en donde el dispositivo de rastreo inalámbrico 122
10 llegará a la región de la geocerca 410.

En base al tiempo estimado de llegada a la región de la geocerca 410, se determina 518 el intervalo para conmutar al modo activo. Una vez que cualquier proceso en el modo activo actual finaliza o que el tiempo preestablecido para permanecer en el modo activo transcurre, el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 conmuta 522 al modo de hibernación.

- 15 Luego, el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 determina 526 si es el momento de conmutar al modo activo en base al intervalo calculado. Si es el momento de conmutar al modo activo, el proceso procede a conmutar 508 el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 al modo activo y repite las etapas subsecuentes. Si aún no es el momento de conmutar al modo activo, el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 permanece 522 en el modo de hibernación.
- 20 Ajustando el intervalo para colocar el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 en el modo de hibernación en base al tiempo estimado de llegada a un área de recepción de señal inalámbrica deficiente, el dispositivo de rastreo inalámbrico 122 puede continuar actualizando la estación de monitoreo remoto con los mensajes inalámbricos sin usar una cantidad excesiva de energía.

REIVINDICACIONES

1. Un método para operar un dispositivo de rastreo inalámbrico (122) que comprende un dispositivo de localización (222), al menos un sensor (250) y un módulo de comunicación (226), comprendiendo el método comprende:
 - 5 determinar, mediante el dispositivo de localización (222), la ubicación geográfica del dispositivo de rastreo inalámbrico (122);
generar, mediante el al menos un sensor (250), una señal de sensor (282), representando la señal de sensor (282) una condición o una propiedad asociada con el dispositivo de rastreo inalámbrico (122);
10 generar un mensaje que indica la ubicación geográfica y la condición o la propiedad asociada al dispositivo de rastreo inalámbrico (122);
colocar el dispositivo de rastreo inalámbrico (122) en un modo de hibernación;
reducir la sensibilidad para detectar un evento por el al menos un sensor (250) a una primera sensibilidad mientras el dispositivo de rastreo inalámbrico (122) está en el modo de hibernación; y
15 conmutar el dispositivo de rastreo inalámbrico (122) a un modo activo en respuesta al recibir, del al menos un sensor (250), una señal de sensor (282) que indica un cambio que excede la primera sensibilidad correspondiente a un primer evento externo, en donde el modo activo consume más energía que el modo de hibernación; y
20 enviar, mediante el módulo de comunicación (226), el mensaje a través de una red inalámbrica, en donde el módulo de comunicación (226) está configurado para operar en el modo activo, pero no en el modo de hibernación.
 2. El método de la reivindicación 1, que comprende además:
aumentar la sensibilidad para detectar un evento mediante el al menos un sensor (250) a una segunda sensibilidad mientras el dispositivo de rastreo inalámbrico (122) está en modo activo.
 3. El método de la reivindicación 2, que comprende además, cuando el dispositivo de rastreo inalámbrico (122) está en modo activo:
25 mantener el dispositivo de rastreo inalámbrico (122) en el modo activo en respuesta al recibir una señal de sensor (282) que indica un cambio que excede la segunda sensibilidad correspondiente a un segundo evento externo.
 4. El método de cualquier reivindicación anterior,
30 que comprende además:
calcular la distancia entre el dispositivo de rastreo inalámbrico (122) y un límite de una región geográfica donde el mensaje no se enviará a través de la red inalámbrica;
determinar un intervalo para conmutar el dispositivo de rastreo inalámbrico del modo de hibernación al modo activo, siendo el intervalo seleccionado dependiendo de la distancia; y
35 determinar si se conmuta al modo activo con base en el intervalo determinado;
y/o que comprende además:
calcular un tiempo estimado de llegada del dispositivo de rastreo inalámbrico a una región geográfica donde no se enviará el mensaje;
40 determinar un intervalo para conmutar el dispositivo de rastreo inalámbrico del modo de hibernación al modo activo, en donde el intervalo se determina con base en la proximidad a una geocerca; y
determinar si se conmuta al modo activo con base en el intervalo determinado.
 5. El método de la reivindicación 4, en donde el intervalo se acorta a medida que el dispositivo de rastreo inalámbrico se acerca a la geocerca.
 6. Un dispositivo de rastreo inalámbrico (122), que comprende:
45 un dispositivo de localización (222) configurado para determinar la ubicación geográfica del dispositivo de rastreo inalámbrico (122);

al menos un sensor (250) configurado para generar una señal de sensor (282), representando la señal de sensor (282) una condición o una propiedad asociada con el dispositivo de rastreo inalámbrico (122);

al menos un controlador (210) acoplado al dispositivo de localización (222) y el al menos un sensor (250), el al menos un controlador (210) configurado para:

- 5 generar un mensaje que indica la ubicación geográfica y la condición o la propiedad asociada con el dispositivo de rastreo inalámbrico (122),

colocar el dispositivo de rastreo inalámbrico (122) en modo de hibernación,

reducir la sensibilidad para detectar un evento por el al menos un sensor (250) a una primera sensibilidad mientras el dispositivo de rastreo inalámbrico (122) está en el modo de hibernación, y
- 10 conmutar el dispositivo de rastreo inalámbrico (122) a un modo activo en respuesta al recibir, del al menos un sensor (250), una señal de sensor (282) que indica un cambio que excede la primera sensibilidad correspondiente a un primer evento externo, en donde el modo activo consume más energía que el modo de hibernación; y
- 15 un módulo de comunicación (226) configurado para enviar el mensaje a través de una red inalámbrica, en donde el módulo de comunicación (226) está configurado para operar en el modo activo pero no en el modo de hibernación.

7. El dispositivo de rastreo inalámbrico (122) de la reivindicación 6, en donde el al menos un controlador (210, 214) comprende un primer controlador (214) y un segundo controlador (210) que consume más energía que el primer controlador (214) durante su funcionamiento.
- 20 8. El dispositivo de rastreo inalámbrico (122) de la reivindicación 7, en donde el primer controlador (214) está configurado para recibir señales de sensor (282, 286, 290, 294) de una pluralidad de sensores (250, 254, 258, 262), y en donde el segundo controlador (210) está configurado para operar el dispositivo de localización (222) y el módulo de comunicación (226).
- 25 9. El dispositivo de rastreo inalámbrico (122) de la reivindicación 7 u 8, en donde el primer controlador (214) está configurado para apagar uno o más del segundo controlador (210), el dispositivo de localización (222) y el módulo de comunicación (226) en el modo de hibernación.

10. El dispositivo de rastreo inalámbrico (122) de una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, que comprende además una fuente de energía restringida (234) para proporcionar energía al dispositivo de localización (222), el al menos un controlador (210) y el módulo de comunicación (226).
- 30 11. El dispositivo de rastreo inalámbrico (122) de una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, en donde el dispositivo de localización (222) comprende un módulo de Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

12. El dispositivo de rastreo inalámbrico (122) de la reivindicación 11, en donde el dispositivo de localización (222) está configurado para recibir datos de efemérides desde un servidor remoto a través del módulo de comunicación (226).
- 35 13. El dispositivo de rastreo inalámbrico (122) de una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 12, en donde el al menos un sensor (250) comprende un acelerómetro.

14. El dispositivo de rastreo inalámbrico (122) de una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 13, en donde el dispositivo de rastreo inalámbrico (122) está configurado para realizar el método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.
- 40 15. Un medio de almacenamiento legible por ordenador que comprende instrucciones que, al ser ejecutadas por un aparato, hacen que el aparato lleve a cabo el método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.

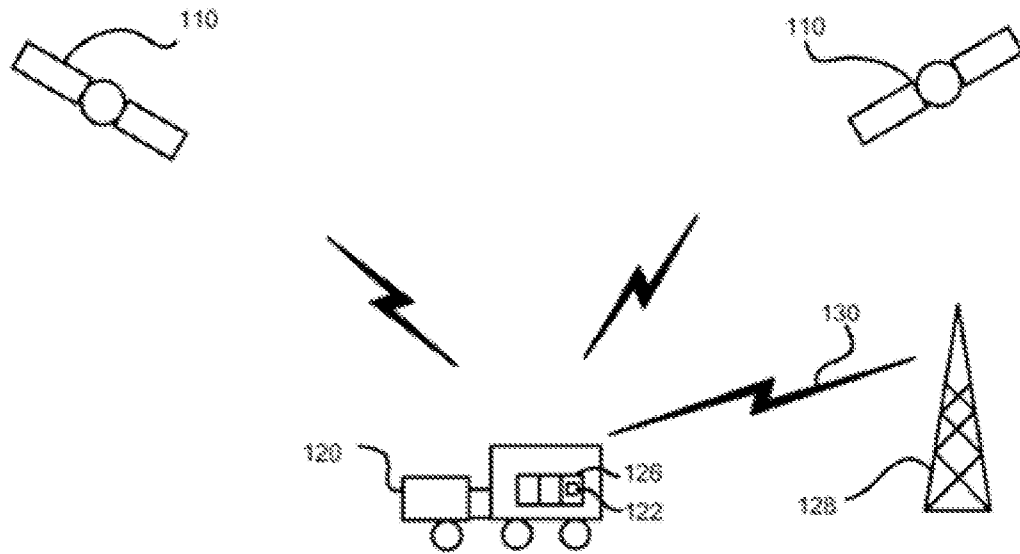


Figura 1

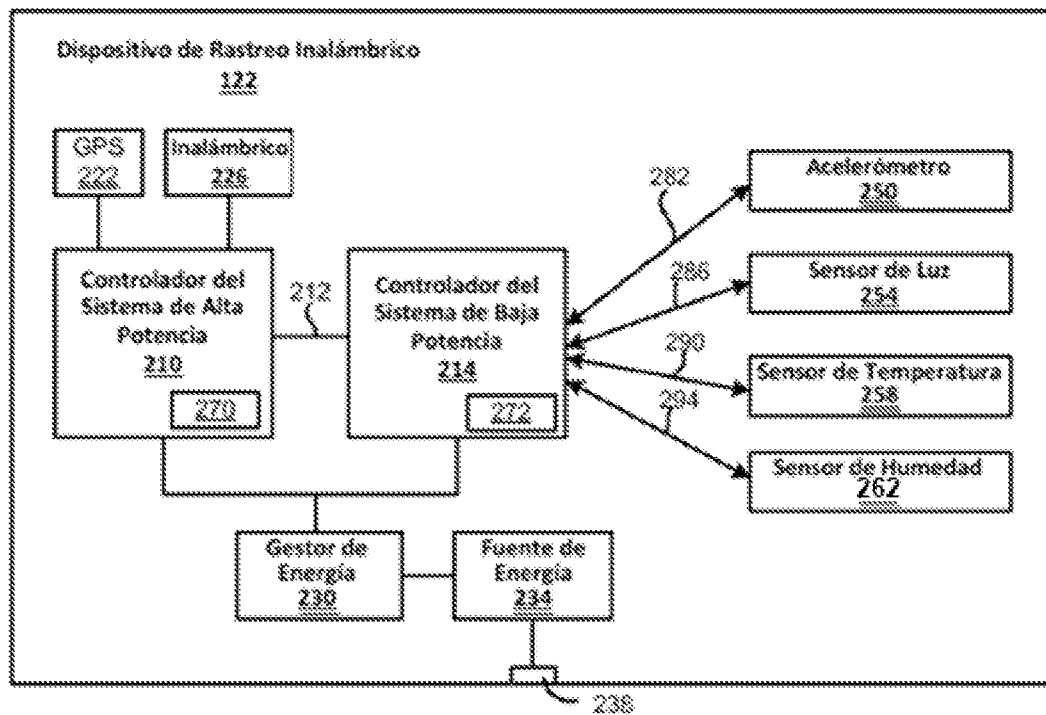


Figura 2

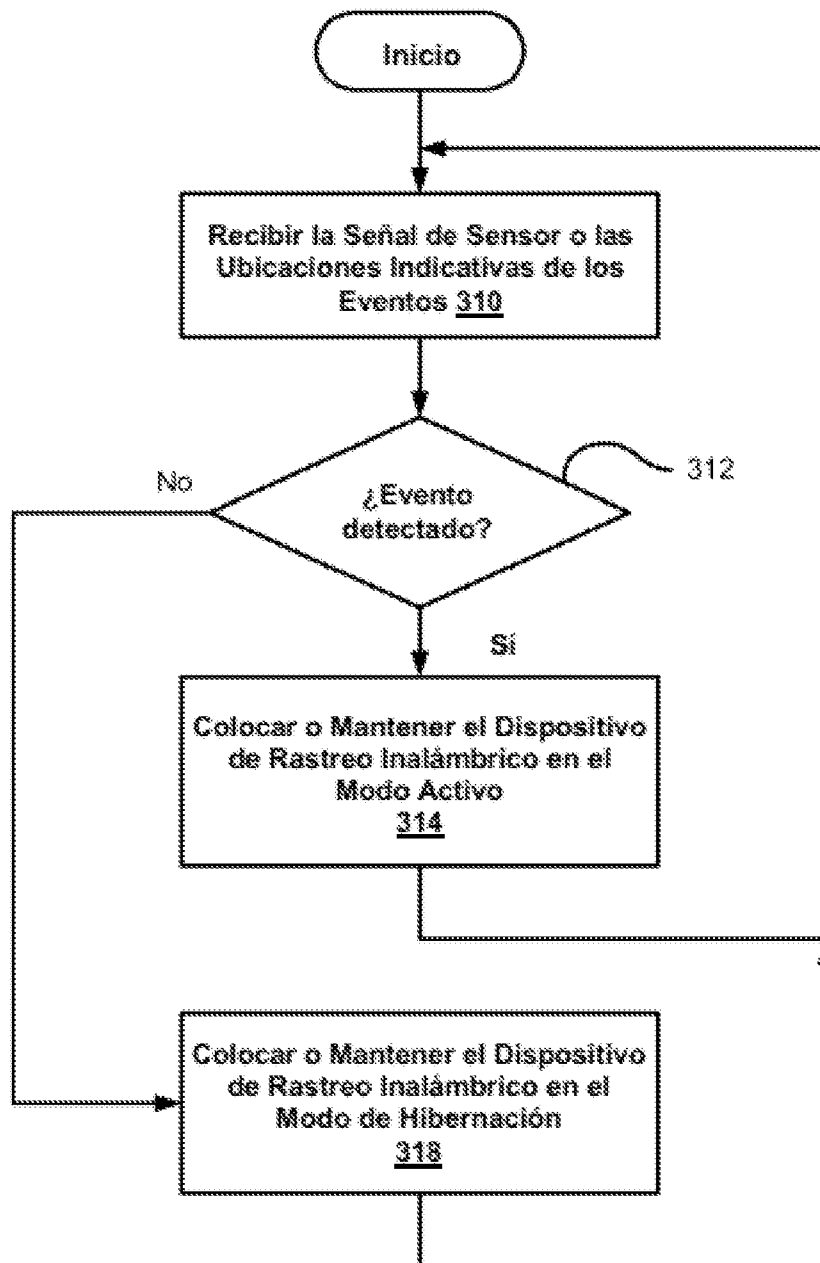


Figura 3

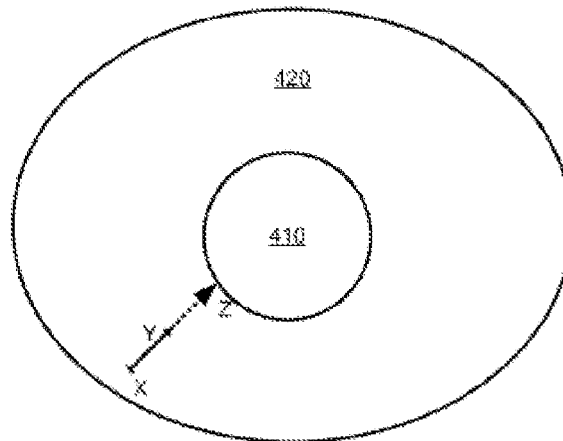


Figura 4

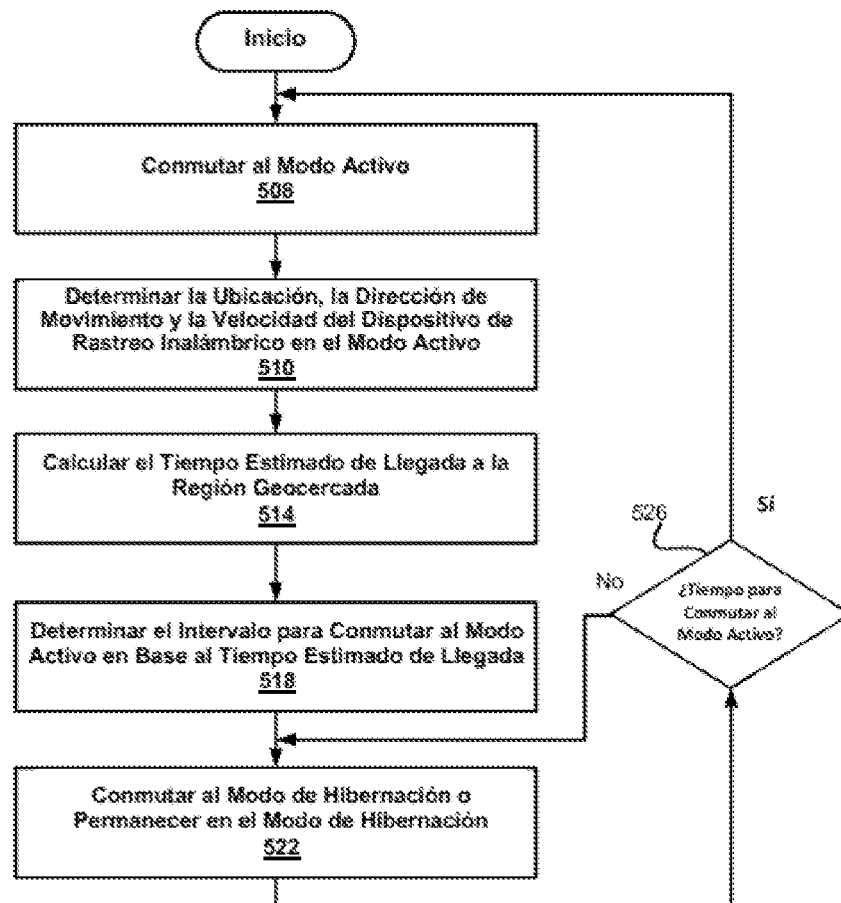


Figura 5