

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 621 952**

51 Int. Cl.:

G01S 1/02 (2010.01)

G01S 5/00 (2006.01)

H04W 64/00 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.09.2011 E 11179724 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.02.2017 EP 2565664**

54 Título: **Sistema de seguimiento de localización adaptativo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.07.2017

73 Titular/es:
**9SOLUTIONS OY (100.0%)
Teknologiantie 2
90590 Oulu, FI**

72 Inventor/es:
HILTUNEN, ANTTI

74 Agente/Representante:
DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 621 952 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

Sistema de seguimiento de localización adaptativo

Campo

La invención se refiere al campo técnico de los sistemas de seguimiento de localización.

5 Antecedentes

La técnica anterior enseña varios tipos de sistemas de seguimiento de localización. Los sistemas de seguimiento basados en satélites, por ejemplo, Sistema de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés), son probablemente los sistemas de seguimiento de localización más comunes. Sin embargo, su problema es que no son adecuados para el seguimiento de localización en interiores, porque las señales GPS no traspasan las paredes de los edificios. Para el seguimiento de localización en interiores, la técnica anterior enseña sistemas que utilizan una pico-red de estaciones base inalámbricas, y la localización de una persona dada en el área de cobertura de la pico-red se determina sobre la base de qué estación base inalámbrica da servicio en ese momento a un dispositivo de comunicación personal de la persona. Otros sistemas de la técnica anterior se basan en la tecnología de identificación por radiofrecuencia u otra tecnología de radiocomunicación, en donde una pluralidad de nodos dispuestos por toda el área se utiliza para rastrear localizaciones de dispositivos móviles.

Un problema con los sistemas de la técnica anterior es que están diseñados para funcionar en un entorno que tenga propiedades que existan durante una fase de instalación del sistema de seguimiento de localización. Sin embargo, en muchos escenarios, el entorno está sujeto a cambios constantes, por ejemplo, el contenido de un almacén o una disposición de una oficina de cubículos puede cambiar todo el tiempo. Esto da lugar a que los objetos aparezcan y desaparezcan en localizaciones arbitrarias en el área, lo que puede causar zonas muertas en el área, por ejemplo.

La patente europea EP 2.341.359 describe un sistema de seguimiento de localización. Etiquetas transmisoras están dispuestas por toda el área donde se lleva a cabo el seguimiento de localización. Las etiquetas transmisoras están configuradas para transmitir sus identificadores únicos. Un dispositivo personal de radiocomunicación que esté siendo rastreado detecta un identificador único recibido de una etiqueta transmisora y transmite el identificador único detectado a un servidor. El servidor vincula una localización física conocida asociada con el identificador único a un identificador del dispositivo personal de radiocomunicación para llevar a cabo el seguimiento de localización.

La patente US 2005/026611 describe un sistema donde el rendimiento y la facilidad de manejo de los entornos de comunicaciones inalámbricas son mejorados por un mecanismo que permite que los puntos de acceso (APs, por sus siglas en inglés) realicen la selección automática de canales. Una red inalámbrica puede, por tanto, incluir múltiples APs, cada uno de los cuales seleccionará automáticamente un canal de tal manera que el uso del canal esté optimizado. Además, los APs pueden realizar un ajuste automático de la potencia para que múltiples APs puedan operar en el mismo canal mientras minimizan la interferencia entre ellos.

La patente WO 01/76093 describe un sistema de localización inalámbrica para proporcionar una localización precisa para una unidad móvil, que comprende un sistema (10) de recogida de señales, un procesador (12) de localización TDOA, un procesador (14) de aplicaciones y una consola (16) de operación de red. El proceso de determinación de localización utiliza una modificación de los parámetros de transmisión para minimizar la interferencia en el sistema de localización inalámbrica.

La patente WO 2010/097323 describe un sistema donde una estación base reduce la interferencia del equipo de usuario que opera en una célula vecina monitorizando uno o más canales de estaciones base vecinas para recibir una señal transmitida por un equipo de usuario que está siendo emitida por una de las estaciones base vecinas, y detectando cuándo un nivel de potencia de la señal transmitida por el equipo de usuario sobrepasa un umbral de nivel de potencia. La estación base utiliza entonces la señal recibida transmitida por el equipo de usuario para adquirir un identificador del equipo de usuario. La estación base comunica entonces con un nodo de la red del sistema de comunicación móvil para disponer que sirva al propio equipo de usuario pero solo en la dirección de enlace ascendente. La estación base vecina continúa sirviendo al equipo de usuario en la dirección de enlace descendente en lo que ahora es una conexión asimétrica de enlace ascendente/enlace descendente.

La patente US 5.365.516 describe un sistema bidireccional multilateral de entrega de mensajes para la gestión de recursos móviles, que proporciona una comunicación de datos de radio bidireccional eficaz para multitud de transpondedores portátiles que utilizan una única frecuencia en comunicación semidúplex. El sistema incluye al menos un dispositivo transpondedor que transmite y recibe datos utilizando un enlace de comunicación de radiofrecuencia, y un conjunto de al menos tres estaciones base que comunican con el dispositivo transpondedor utilizando el enlace de comunicación de radiofrecuencia. El enlace de comunicación de radiofrecuencia empleado por cada estación base y el dispositivo transpondedor están diseñados para proporcionar información de multilateración y para entregar simultáneamente datos de mensaje. Además, una disposición de control está acoplada al conjunto de estaciones base para coordinar la comunicación entre las estaciones base y los dispositivos transpondedores. El sistema utiliza tecnología de multiplexación por división de tiempo y de espectro ensanchado para la eficiencia de la comunicación y para minimizar el efecto de la interferencia multi-trayecto.

Breve descripción

Según un aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de seguimiento de localización como se especifica en la reivindicación 1, un nodo de seguimiento de localización como se especifica en la reivindicación 14, y un aparato de control como se especifica en la reivindicación 15.

5 Realizaciones de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes.

Lista de dibujos

Se describen a continuación realizaciones de la presente invención, a modo de ejemplo solamente, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que

10 la Figura 1 ilustra un plano de un área donde se lleva a cabo el seguimiento de localización y la cobertura de un sistema de seguimiento según una realización de la invención;

la Figura 2 ilustra la comunicación entre elementos según una realización de la invención;

la Figura 3 es un diagrama de señalización que ilustra un procedimiento de calibración automático según una realización de la invención;

15 la Figura 4 ilustra un diagrama de flujo de un proceso para llevar a cabo la fase de calibración automática en un aparato de control;

las Figuras 5 a 10 ilustran realizaciones para determinar y reconfigurar parámetros de funcionamiento del sistema de seguimiento de localización durante la fase de calibración; y

las Figuras 11 a 13 ilustran aparatos según realizaciones de la invención.

Descripción de realizaciones

20 Las siguientes realizaciones son ejemplares. Aunque la especificación puede referirse a “una” o “alguna/s” realización/es en distintos momentos, esto no significa necesariamente que cada una de tales referencias sea a la misma realización o a las mismas realizaciones, o que la característica sólo se aplique a una única realización. También se pueden combinar características aisladas de diferentes realizaciones para proporcionar otras realizaciones.

25 La Figura 1 ilustra un plano ejemplar de un edificio al que pueden aplicarse realizaciones de un sistema de seguimiento de localización (LTS, por sus siglas en inglés). Las realizaciones son particularmente adecuadas para el seguimiento de localización en interiores, pero la invención puede ser utilizada igualmente en aplicaciones de exterior. El plano de la Figura 1 ilustra un número de habitaciones, con las puertas ilustradas por interrupciones en las paredes de la habitación, y un pasillo que proporciona acceso de una habitación a otra. Las personas dentro del edificio que están siendo localizadas están representadas por su equipo de usuario o, como llamaremos a partir de ahora, etiquetas móviles 120, 122, 124, 126 y 128.

35 El seguimiento de localización se habilita disponiendo una pluralidad de nodos 100 a 118 de seguimiento de localización (o nodos LTS) en todo el edificio donde se va a llevar a cabo el seguimiento de localización. Los nodos LTS 100 a 118 pueden ser dispositivos de radiocomunicación, cada uno configurado para proporcionar un área de cobertura definida efectivamente por la potencia de transmisión, por ejemplo, y las áreas de cobertura combinadas de los nodos LTS 100 a 118 cubren el área de seguimiento de localización. Los nodos LTS 100 a 118 también pueden formar una red de malla que permita el enrutado de datos entre los nodos 100 a 118 y a través de los nodos 100 a 118. Un aparato de seguimiento de localización o un módulo que puede estar comprendido en un servidor puede estar conectado a la red de nodos LTS 100 a 118, y el aparato de seguimiento de localización puede estar configurado para retener las localizaciones de los objetos rastreados y controlar el seguimiento de localización y otras características del LTS. El servidor y el aparato de seguimiento de localización pueden estar materializados por un ordenador provisto de equipo de comunicación adecuado para permitir una conexión de comunicación con los nodos LTS 100 a 118. El servidor puede estar conectado a un router a través de una conexión de Protocolo de Internet (IP, por sus siglas en inglés), y el router puede estar configurado para conectarse a la red de malla de nodos LTS 100 a 118 a través de otro tipo de conexión. La conexión en la red de malla de nodos LTS 100 a 118 puede estar configurada para establecer la red de malla según una tecnología Bluetooth, pero debe entenderse que también se pueden usar otros esquemas de radiocomunicación.

45 Las localizaciones de los objetos son rastreadas siguiendo el movimiento de las etiquetas 120 a 128 unidas a los objetos. Como ejemplos de las etiquetas 120 a 128, una etiqueta de usuario puede ser llevada por una persona, y una etiqueta de un activo puede estar unida a un activo. El activo puede ser cualquier aparato móvil o portátil que se desee rastrear, por ejemplo, una silla de ruedas, un ordenador o equipamiento costoso de pruebas industriales. La etiqueta de activo puede igualmente estar unida a un aparato fijo, por ejemplo, una caja fuerte o un proyector, para detectar un intento de robo. Las diferentes etiquetas 120 a 128, cuyo movimiento y localización son rastreados, pueden denominarse generalmente etiquetas móviles, aunque algunas de las etiquetas 120 a 128 puedan estar en

realidad en una posición sustancialmente fija. El seguimiento de localización puede estar basado en un esquema donde una etiqueta móvil esté configurada para detectar el nodo LTS más cercano y transmitir periódicamente al servidor un mensaje que comprenda un identificador de la etiqueta móvil y un identificador del nodo LTS más cercano detectado, o una pluralidad de nodos LTS detectados. El mensaje puede ser enrutado a través de la red de malla de nodos LTS 100 a 118 hasta el servidor 106. A medida que el servidor 106 es provisto de información sobre las localizaciones fijas de los nodos LTS, por ejemplo, en un plano del área, el servidor es capaz de asociar la etiqueta móvil con el nodo LTS basándose en el mensaje recibido y, así, determinar la localización de la etiqueta móvil y el objeto asociado con la etiqueta móvil. En otra realización, un nodo LTS está configurado para detectar etiquetas móviles en su área de cobertura y transmitir periódicamente identificadores de etiquetas móviles detectadas al servidor. De manera similar, el servidor puede determinar entonces la localización de cada etiqueta móvil basándose en los nodos LTS que han detectado la etiqueta móvil. La detección de los nodos LTS o etiquetas móviles puede basarse en el procedimiento de indagación (inquiry) Bluetooth. El LTS, sin embargo, puede utilizar otro esquema de seguimiento de localización y/u otro esquema de comunicación.

El aparato que lleva a cabo la detección y notificación al servidor, por ejemplo, un nodo LTS que detecte etiquetas móviles o una etiqueta móvil que detecte nodos LTS, puede estar configurado en un procedimiento de detección para notificar un aparato detectado más cercano (como se determina por la potencia de recepción estimada más alta), un número determinado de aparatos detectados más cercanos, o todos los aparatos detectados. La detección puede incluir al menos un umbral en el aparato que notifica la detección, por ejemplo, un nodo LTS o una etiqueta móvil. El umbral puede ser un umbral de detección rápida, y una etiqueta móvil puede estar configurada para estimar un indicador de intensidad de la señal recibida (RSSI, por sus siglas en inglés) u otra métrica proporcional a una potencia de recepción para una señal recibida desde un nodo LTS. Si el RSSI sobrepasa el umbral de detección rápida, la etiqueta móvil puede enlazar instantáneamente al nodo LTS sin esperar señales adicionales de otros nodos LTS. Esto acelera el posicionamiento y reduce las operaciones llevadas a cabo en la etiqueta móvil, reduciendo así también el consumo de energía. Si el RSSI está por debajo del umbral de detección rápida, la etiqueta móvil puede configurarse para continuar el procedimiento de detección intentando detectar otros nodos LTS y luego transmitir colectivamente al servidor un mensaje que comprenda identificadores de los nodos LTS detectados. La operación es similar cuando el LTS intenta detectar las etiquetas móviles y aplica el umbral de detección rápida. Otro ejemplo del umbral es un umbral de descarte, en donde aquellos aparatos que sean detectados pero cuyo RSSI esté por debajo del umbral de descarte se descarten del informe. Esto elimina la notificación y el posible posicionamiento de los nodos LTS que estén lejos de la etiqueta móvil. Por ejemplo, con referencia a la Figura 1, si por alguna razón una etiqueta móvil 128 no detecta ninguno de los nodos LTS 112, 114, 116 más próximos debido a algún problema de mal funcionamiento o cobertura, la etiqueta móvil 128 puede configurarse para descartar una señal recibida de los nodos LTS 118 y 108 debido al umbral de descarte. Como consecuencia, la etiqueta móvil 128 vuelve a intentar la detección en lugar de notificar los nodos LTS que están demasiado lejos, evitando así el posicionamiento erróneo.

La Figura 2 ilustra ejemplos de enrutamiento de señales entre los elementos del sistema según una realización de la presente invención. Como ya se ha mencionado, el/los nodo/s LTS 100 a 118 pueden transmitir sus identificadores únicos (IDs) utilizando mensajes de respuesta de indagación Bluetooth u otros medios sin conexión para transmitir/emitter por radio un identificador único sin establecer una conexión de radio real. Los nodos LTS 100 a 118 pueden también formar una red de malla utilizada para enrutar mensajes en el LTS entre el servidor y las etiquetas móviles 120 a 128 y/o los nodos LTS 100 a 118. La/s etiqueta/s móvil/es 120 a 128 que detectan las transmisiones/emisiones de radio de los nodos LTS 100 a 118 pueden enviar los identificadores únicos detectados al servidor por la red de malla de nodos LTS configurados para enrutar señales a través de la red de malla al servidor. Uno o más de los nodos LTS pueden estar conectados a una red cableada, por ejemplo, Ethernet, para conectarse al servidor. La conexión a la red cableada puede realizarse disponiendo un aparato de router que proporcione una conexión inalámbrica con la red de malla a través de al menos un nodo LTS y la conexión cableada al servidor. Si el servidor se encuentra en una localización remota, la conexión entre la red de la estación base y el servidor puede ser enrutada a través de Internet. La red de malla puede estar basada en la tecnología de red de malla Bluetooth. Otras realizaciones pueden utilizar otras tecnologías de comunicación para implementar la red de malla, tal como IEEE 802.11x (WiFi).

El servidor puede comprender un aparato de seguimiento de localización configurado para monitorizar las localizaciones de las etiquetas móviles 120 a 128. El servidor puede comprender adicionalmente un aparato de control o un módulo de control configurado para controlar parámetros de funcionamiento del LTS. El aparato de control puede monitorizar y controlar las potencias de transmisión y otros parámetros de comunicación, controlar parámetros de detección tales como el umbral o umbrales antes mencionados, resolver fallos de enlace, etc.

Como se mencionó en la sección Antecedentes, el entorno operativo alrededor del LTS puede estar sujeto a cambios debido al movimiento de objetos y estructuras, por ejemplo muebles y paredes. Por ejemplo, en un almacén grande, la aparición o desaparición de un contenedor grande puede cambiar drásticamente el entorno de radio, lo que puede cambiar la fiabilidad del seguimiento de localización creando puntos muertos en la cobertura o provocando la detección de un número innecesariamente grande de nodos LTS. Por ejemplo, el cambio en el entorno puede crear una línea visual entre una etiqueta móvil y un nodo LTS remoto, mientras que un nodo LTS cercano a la etiqueta móvil está bloqueado por un objeto colocado recientemente. Para tener en cuenta tales cambios en el entorno operativo, el LTS, según una realización de la invención, lleva a cabo una fase de calibración

durante el funcionamiento del LTS. En la fase de calibración, el LTS se configura para adaptarse al entorno cambiante detectando primero el canal o canales entre los nodos LTS transmitiendo señales de prueba, y luego adaptando los parámetros de los nodos LTS y/o las etiquetas móviles en consecuencia. La fase de calibración puede ser iniciada por el aparato de control, y la iniciación puede estar basada en el tiempo y establecida por un operador para que se lleve a cabo durante la noche, por ejemplo. En otra realización, el aparato de control puede iniciar la fase de calibración al detectar un posible empeoramiento de la fiabilidad del seguimiento de localización. Por ejemplo, si una etiqueta móvil dada no puede ser rastreada, su localización cambia demasiado rápidamente de un lado a otro entre nodos LTS dados, o se producen problemas de seguimiento de localización en un área determinada, la fase de calibración puede ser activada. La fase de calibración puede ser llevada a cabo por todo el sistema, o puede configurarse solo una parte de los nodos LTS para llevar a cabo la fase de calibración, por ejemplo, nodos LTS de un área determinada.

La Figura 3 ilustra un diagrama de señalización de la fase de calibración automática. La Figura 4 ilustra un diagrama de flujo de la fase de calibración desde el punto de vista del aparato de control. Con referencia a las Figuras 3 y 4, el aparato de control puede determinar iniciar la fase de calibración en el bloque 400, e inicia la fase de calibración transmitiendo un comando apropiado a los nodos LTS 1 y 2 a través de la red de malla de nodos LTS en S1. La fase de calibración puede llevarse a cabo después de que los componentes del sistema se hayan instalado y antes de que el sistema esté en funcionamiento. La fase de calibración también se puede llevar a cabo durante el funcionamiento, a intervalos de tiempo determinados y/o tras un evento determinado, por ejemplo, un mal funcionamiento y un fallo de uno o varios enlaces, en el funcionamiento del sistema.

Al recibir el comando de calibración desde el aparato de control, los nodos LTS 1 y 2 son configurados para ejecutar la fase de calibración. En S2, los nodos LTS 1 y 2 transmiten señales de prueba con potencias de transmisión designadas. Los nodos LTS pueden ser configurados para transmitir las señales de prueba con un patrón de potencia de transmisión preconfigurado que comprenda potencias de transmisión preestablecidas que se utilicen en un orden determinado, y el patrón se puede repetir o, en general, la señal de prueba se puede transmitir con las mismas potencias de transmisión una pluralidad de veces. El aparato de control puede controlar períodos de calibración de tal manera que cada período de calibración se lleve a cabo utilizando una potencia de transmisión dada. Las transmisiones de los nodos LTS pueden ser multiplexadas de alguna manera, por ejemplo, controladas por el aparato de control, o simplemente confiando en el salto de frecuencia del Bluetooth, por ejemplo. Las señales de prueba son entonces recibidas por otro/s nodo/s LTS, y el nodo LTS receptor puede determinar el nodo LTS que transmitió la señal de prueba a partir de la señal de prueba. Las señales de prueba pueden comprender un identificador del transmisor, por ejemplo, un número de dispositivo Bluetooth u otro identificador. Haciendo referencia a la Figura 3, el nodo LTS 1 puede recibir una señal de prueba del nodo LTS 2 y obtener el identificador del nodo LTS 2 a partir de la señal de prueba recibida. En algunas realizaciones, el nodo LTS mide el RSSI u otra métrica de potencia de recepción a partir de la señal de prueba recibida. De manera similar, el nodo LTS 2 puede recibir una señal de prueba del nodo LTS 1 y obtener el identificador del nodo LTS 1 a partir de la señal de prueba recibida. A partir de ahí, los nodos LTS 1 y 2 pueden transmitir señales de prueba adicionales e intentar recibir señales de prueba de otros nodos LTS.

En S3, los nodos LTS recogen los identificadores de los nodos LTS detectados en un informe de medición y transmiten el informe de medición al aparato de control. El aparato de control recibe una pluralidad de informes de medición de los nodos LTS en S3 (bloque 402 de la figura 4). A partir de ahí, puede iniciarse un período de calibración subsiguiente con una potencia de transmisión subsiguiente. Alternativamente, el siguiente período de calibración puede llevarse a cabo antes de S3 y los nodos LTS pueden generar y transmitir en S3 informes de medición que identifiquen colectivamente los nodos LTS vecinos que han detectado durante cada período de calibración.

En S4, el aparato de control procesa los informes de medición recibidos. El aparato de control puede determinar para cada nodo LTS los nodos LTS vecinos detectados con cada potencia de transmisión en el bloque 404. A partir de tal información y/u otra información obtenida de los informes de medición, el aparato de control puede determinar nuevos parámetros para los nodos LTS y/o las etiquetas móviles en el bloque 406. Debe observarse que en el período de calibración puede considerarse que cada nodo LTS simula la etiqueta móvil en la localización del nodo LTS y, por tanto, la fase de calibración según realizaciones de la invención puede usarse para obtener los parámetros también para las etiquetas móviles. En S5 (bloque 408 de la Figura 4), el aparato de control reconfigura al menos algunos parámetros de al menos un nodo de seguimiento de localización y/o al menos una etiqueta móvil basándose en los informes de medición recibidos. La reconfiguración puede incluir la transmisión de mensajes de comando apropiados que definan los nuevos parámetros a los nodos LTS y las etiquetas móviles. La transmisión de los mensajes de comando a las etiquetas móviles puede ser almacenada en búfer y transmitida a las etiquetas móviles cuando establezcan una conexión de comunicación con el servidor. Esto puede llevarse a cabo mucho más tarde, por ejemplo, si la fase de calibración se lleva a cabo por la noche, y algunas de las etiquetas móviles entran en la zona de cobertura del LTS a la mañana siguiente. Los parámetros reconfigurados pueden incluir al menos las potencias de transmisión de los nodos LTS y/o los umbrales antes mencionados utilizados en el seguimiento de localización. Los parámetros pueden determinarse a partir de los informes de medición según un determinado algoritmo definido por reglas, en donde los parámetros se determinan puramente sobre la base de los informes de medición, incluyendo valores de RSSI opcionalmente medidos y/o sobre la base del plano del LTS y las

localizaciones de los nodos LTS. Se describirán a continuación realizaciones para determinar las potencias de transmisión y los umbrales. El aparato de control finaliza la fase de calibración en el bloque 410.

Consideremos ahora algunas realizaciones para determinar los parámetros de funcionamiento reconfigurados por el aparato de control en la fase de calibración. Tales realizaciones están ilustradas mediante los diagramas de flujo de las Figuras 5 a 9, que pueden entenderse como realizaciones para llevar a cabo el bloque 406 de la Figura 4. La Figura 5 ilustra un procedimiento para determinar una potencia de transmisión para un nodo LTS dado. El mismo procedimiento puede repetirse para otros nodos LTS. Después de llevar a cabo el bloque 404 de la Figura 4, el aparato de control puede, en el bloque 500, determinar, a partir de una memoria que almacene reglas para determinar los parámetros del LTS, los nodos LTS vecinos que el nodo LTS debe ser capaz de detectar. Entonces, el aparato de control determina, a partir del informe de medición recibido desde el nodo LTS, a qué potencia de transmisión es capaz de detectar cada nodo vecino que debe detectar. En el bloque 502, el aparato de control selecciona una potencia de transmisión para cada nodo vecino que el nodo LTS debe detectar. El aparato de control puede seleccionar para un nodo LTS vecino la potencia de transmisión más baja que permita la detección del nodo LTS vecino en el nodo LTS en cuestión. Un procedimiento similar se lleva a cabo para los otros nodos LTS. Debe observarse que pueden producirse conflictos, y la selección de la potencia de transmisión más baja para un primer nodo LTS que permita la detección en un segundo nodo LTS puede no ser suficiente para que el primer nodo LTS se detecte también en un tercer nodo LTS que también debe detectar el primer nodo LTS. Como consecuencia, el aparato de control puede estar configurado para elevar la potencia de transmisión del primer nodo LTS a la potencia de transmisión más baja que permita la detección del primer nodo LTS en todos los nodos LTS vecinos que deban detectarlo. Debe observarse que se utiliza la potencia de transmisión más baja posible que satisfaga este criterio para evitar que la detección de un determinado nodo LTS en localizaciones demasiado remotas llegue al seguimiento de localización. A partir del bloque 502, el procedimiento pasa al bloque 408 para la configuración de los nuevos parámetros de potencia de transmisión. Además de la potencia de transmisión, el aparato de control puede ajustar el patrón de radiación de antena en algunas realizaciones donde los nodos LTS están provistos de patrones de antena ajustables. Esto proporciona una dimensión adicional que permite una mejor optimización del área de cobertura de un nodo LTS dado.

Con respecto a los propósitos de seguimiento de localización, por ejemplo, comunicación entre los nodos LTS y las etiquetas móviles, puede determinarse que los nodos LTS vecinos no deben detectar las transmisiones de los demás que se relacionen con la comunicación con las etiquetas móviles. Sin embargo, para mantener la red de malla, los nodos LTS deben ser capaces de detectar al menos un nodo LTS vecino con respecto a las transmisiones entre los nodos LTS. La Figura 6 ilustra una realización tal. Después del bloque 404, el proceso pasa al bloque 600 en el que el aparato de control adquiere de una unidad de memoria una regla de que las potencias de transmisión de las transmisiones entre nodos LTS y etiquetas móviles deben ser ajustadas a tal nivel que los nodos LTS vecinos no detecten las transmisiones. Por tanto, en el bloque 602 el aparato de control procesa los informes de medición y determina para cada nodo LTS una potencia máxima de transmisión con la que ningún nodo LTS vecino lo detecta. Según otro criterio, el aparato de control puede utilizar el principio de atenuación de radio en el que la atenuación de la señal de radio es proporcional al cuadrado de la distancia y seleccionar una potencia de transmisión que proporcione un nodo LTS con un área de cobertura que se extienda hasta un punto determinado entre el nodo LTS y un nodo LTS vecino. Tal punto puede estar a medio camino entre los nodos LTS, en cuyo caso la potencia de transmisión puede determinarse como 1/4 de la potencia de transmisión más baja aún detectada en el nodo LTS vecino. El aparato de control puede entonces configurar esta potencia de transmisión para su uso en la comunicación entre los nodos LTS y las etiquetas móviles y otra potencia de transmisión más alta para uso en la comunicación entre los nodos LTS.

Cualquiera de las potencias de transmisión antes mencionadas configuradas por el aparato de control para ser aplicadas por los nodos LTS puede ser aplicada también a las etiquetas móviles. Por ejemplo, la etiqueta móvil se puede configurar para aplicar la misma potencia de transmisión configurada para ser utilizada por el nodo LTS al que está actualmente enlazada la etiqueta móvil. La potencia de transmisión puede ser indicada a la etiqueta móvil por el aparato de control o el nodo LST con el que la etiqueta móvil se comunica en ese momento.

Con respecto a la reconfiguración de los umbrales, por ejemplo, el umbral de detección rápida y el umbral de descarte, las Figuras 7 a 9 ilustran procesos para determinar los umbrales. La Figura 7 ilustra un proceso para determinar el umbral de detección rápida. En las realizaciones descritas a continuación con referencia a las Figuras 7 a 9, los nodos LTS llevan a cabo la medición del RSSI u otra métrica proporcional a la potencia de recepción en la fase de calibración. Los nodos LTS también notifican al aparato de control los valores RSSI medidos para cada nodo LTS vecino detectado a cada potencia de transmisión. El aparato de control aplica entonces un algoritmo de análisis estadístico para obtener el umbral o umbrales. En el bloque 700, el aparato de control recibe los informes de medición que comprenden los valores de RSSI. El aparato de control recoge los valores de RSSI, en donde cada valor de RSSI está enlazado a una potencia de transmisión determinada asociada con la medición de ese valor de RSSI. Si el aparato de control reconfigura las potencias de transmisión de los nodos LTS, puede hacerlo en este punto, y puede descartar aquellos valores de RSSI que están asociados con potencias de transmisión que no se van a utilizar en el LTS como resultado de la calibración. Por ejemplo, si un nodo LTS dado mide los valores de RSSI $RSSI_1$, $RSSI_2$ y $RSSI_3$ para las potencias de transmisión PT_1 , PT_2 y PT_3 , respectivamente, desde un nodo LTS vecino, y el aparato de control configura el nodo LTS vecino para que aplique la PT_2 , el aparato de control puede descartar $RSSI_1$ y $RSSI_3$. Esto elimina del análisis posterior aquellos valores de RSSI que no se utilizan realmente.

Debe observarse que cada nodo LTS puede calcular una pluralidad de valores de RSSI para cada potencia de transmisión de un nodo vecino dado para mejorar el análisis estadístico.

En el bloque 702, el aparato de control puede determinar un valor de RSSI que sea superado por un porcentaje determinado de los valores restantes de RSSI. Esto puede llevarse a cabo ordenando los valores RSSI en orden ascendente (o descendente) y seleccionando un valor de RSSI que sea superado por el porcentaje determinado de valores de RSSI. Este valor de RSSI se selecciona entonces como el umbral de detección rápida en el bloque 704. El porcentaje puede ser del 20%, por ejemplo. Un porcentaje demasiado alto da lugar a que en muchas localizaciones se produzcan múltiples detecciones por encima del umbral de detección rápida, lo que reduce las ventajas del umbral de detección rápida, ya que es necesario determinar cuál de los nodos LTS que sobrepasa el umbral de detección rápida proporciona un valor de RSSI más alto. Por otro lado, un porcentaje demasiado bajo da lugar a que en un número creciente de localizaciones ningún nodo LTS sobrepase el umbral de detección rápida. El porcentaje puede ser ajustado de manera adaptativa por el aparato de control durante el funcionamiento del LTS basándose en el número de eventos donde múltiples nodos LTS sobrepasan el umbral (en caso de un número elevado de tales eventos, el porcentaje se reduce) y el número de eventos donde ningún nodo LTS sobrepasa el umbral de detección rápida (en caso de un número elevado de tales eventos, el porcentaje se aumenta).

La selección del umbral de descarte sigue un procedimiento estadístico similar. Con referencia a la Figura 8, el aparato de control recibe los informes de medición y los valores de RSSI en el bloque 700. Los valores de RSSI asociados con potencias de transmisión que no se utilizan pueden ser descartados también en este caso. En el bloque 802, el aparato de control puede determinar un valor de RSSI por debajo del cual se encuentre un porcentaje determinado de los valores de RSSI restantes. Esto se puede llevar a cabo ordenando los valores de RSSI en orden ascendente (o descendente) y seleccionando un valor de RSSI por debajo del cual esté el porcentaje determinado de los valores de RSSI. Este valor de RSSI se selecciona entonces como el umbral de descarte en el bloque 804. El porcentaje puede ser del 20%, por ejemplo. Un porcentaje demasiado alto puede dar lugar a que algunos nodos LTS se descarten innecesariamente, mientras que un porcentaje demasiado bajo puede causar un aumento de los eventos de seguimiento de localización erróneos, en donde una etiqueta móvil está enlazada a un nodo LTS remoto debido a la incapacidad temporal de detectar un nodo LTS más cercano. Este porcentaje puede también ser ajustado de manera adaptativa por el aparato de control durante el funcionamiento del LTS. Por ejemplo, cuando una etiqueta móvil rebota repentinamente a una localización remota que no sea físicamente posible, e igual de repentinamente vuelve cerca de su localización original, y se produce un número suficiente de tales eventos, el aparato de control puede determinar aumentar el porcentaje utilizado en la determinación del umbral de descarte. Por otro lado, en caso de dificultades para posicionar la etiqueta móvil en algunas áreas, se puede provocar que el aparato de control disminuya el porcentaje para que se tenga en cuenta un número mayor de nodos LTS al posicionar una etiqueta móvil.

El plano del LTS y las localizaciones de los nodos LTS se pueden utilizar cuando se determinen los umbrales. El plano se puede utilizar de tal manera que en áreas determinadas se desee que determinados nodos LTS sobrepasen el umbral de detección rápida. De manera similar para el umbral de descarte, el plano puede utilizarse para determinar un nivel donde en determinadas áreas se descarten determinados nodos LTS remotos. Consideremos esto con más detalle con respecto a la Figura 9. De nuevo, el aparato de control recibe los informes de medición y los valores de RSSI en el bloque 700. Los valores de RSSI asociados con potencias de transmisión que no se utilicen pueden ser descartados también en este caso. En el bloque 902, el aparato de control puede procesar un informe de medición de cada nodo LTS cada vez, determinar para el nodo LTS el nodo o nodos LTS vecino/s que deben superar el umbral de detección rápida y el nodo o nodos LTS vecino/s que deben caer por debajo del umbral de descarte. El aparato de control puede entonces seleccionar como umbral de detección rápida un valor de RSSI que cumpla este criterio, por ejemplo, seleccionando un nivel de umbral de detección rápida para el cual los nodos LTS vecinos deseados proporcionen un valor de RSSI más alto. En una realización, el aparato de control eleva el umbral de detección rápida a partir de este valor de RSSI en una cantidad determinada, porque típicamente se desea que en la localización de un nodo LTS dado (el que está siendo considerado ahora) solamente ese nodo LTS supere el umbral de detección rápida. El umbral de detección rápida elevado permite así el enlace rápido solo al nodo LTS cuando la etiqueta móvil esté muy cerca del nodo LTS, mientras que más lejos del nodo LTS se consigue el enlace rápido al nodo vecino deseado. El aparato de control puede determinar el grado de cuánto subir el umbral de detección rápida a partir de la distancia entre el nodo LTS y los nodos LTS vecinos, por ejemplo. De manera similar para el umbral de descarte, el aparato de control puede seleccionar en el bloque 904 como umbral de descarte un valor de RSSI que cumpla el criterio mencionado anteriormente, por ejemplo, seleccionando un nivel de umbral de descarte para el cual los nodos LTS vecinos deseados proporcionen un valor de RSSI inferior. El umbral de descarte también se puede elevar como se describe en relación con el umbral de detección rápida.

De esta manera, el aparato de control procesa los otros nodos LTS y obtiene un valor global para el umbral de detección rápida y el umbral de descarte, que puede conseguirse de la pluralidad de los umbrales candidatos asociados con diferentes nodos LTS a través del promedio, por ejemplo. En otras realizaciones, los umbrales se hacen adaptativos, por ejemplo, diferentes umbrales están enlazados a diferentes nodos LTS. En las realizaciones donde la etiqueta móvil lleva a cabo la estimación de RSSI y la detección de nodos LTS, la etiqueta móvil puede recibir los umbrales actuales relacionados con el nodo LTS enlazado en ese momento desde el nodo LTS o desde el aparato de control.

En otra realización más de la invención, el aparato de control puede determinar y, opcionalmente, reconfigurar el enrutamiento en la red de malla de nodos LTS en la fase de calibración. Por ejemplo, el aparato de control puede reconfigurar interconexiones entre los nodos LTS. Adicionalmente, el aparato de control puede reconfigurar rutas auxiliares que se apliquen cuando una o varias rutas principales fallen. Supongamos que un primer nodo LTS está configurado para enrutar paquetes de datos desde o hacia el servidor a través de un segundo nodo LTS y que de repente se coloca un obstáculo entre el primer y el segundo nodos LTS, bloqueando así el enlace. En la fase de calibración, el aparato de control determina a partir de las señales de prueba que el primer y el segundo nodos LTS ya no se detectan entre sí o que al menos un enlace de radio mejor está disponible para el primer nodo LTS, por ejemplo, a través de un tercer nodo LTS. Por consiguiente, el aparato de control puede reconfigurar el primer nodo LTS para llevar a cabo el enrutamiento a través del tercer nodo LTS. La Figura 10 ilustra módulos de proceso para implementar esta funcionalidad en el aparato de control.

Haciendo referencia a la Figura 10, tras recibir los informes de medición, el proceso pasa al bloque 1000 donde el aparato de control determina el enrutamiento óptimo basándose en los informes de medición recibidos. El enrutamiento óptimo puede determinarse en un algoritmo donde el aparato de control selecciona las rutas según las calidades de los canales de radio entre los nodos LTS, y las calidades pueden determinarse a partir de los informes de medición recibidos, que indican los nodos LTS vecinos que cada nodo LTS detecta a cada potencia de transmisión. Si el sistema utiliza las mediciones de RSSI en la fase de calibración, los valores de RSSI también se pueden usar en el algoritmo de construcción de rutas. El aparato de control puede establecer rutas entre los nodos LTS con el criterio que maximice la utilización de tales enlaces que proporcionen la mejor calidad de canal de radio, mientras asegura que se proporcione una conexión a cada nodo LTS. Sin embargo, un enlace de alta calidad puede ser descartado en el enrutamiento si otra ruta proporciona una calidad de enlace total mejor, por ejemplo, si la otra ruta proporciona mayor número de enlaces de alta calidad. El aparato de control puede tratar de preferir cierta topología de red, por ejemplo, un anillo o un tubo, pero puede también obtener el enrutamiento sin enfatizar ninguna topología de red. En el bloque 1002, el aparato de control determina al menos una ruta auxiliar o nodo LTS vecino auxiliar para cada nodo LTS para utilizar en caso de que la ruta/nodo principal experimente un fallo de enlace debido a un nuevo obstáculo, etc. El aparato de control puede seleccionar como nodo auxiliar para un nodo LTS dado un nodo vecino que no sea el nodo principal del nodo LTS y que proporcione la calidad de enlace más alta. La calidad de enlace más alta puede determinarse a partir de los informes de medición, seleccionando como nodo auxiliar un nodo que sea detectado con la potencia de transmisión más baja por el nodo LTS al que se está seleccionando el nodo auxiliar. Alternativamente, el RSSI indica directamente el nodo vecino que proporciona la mejor calidad de enlace, por ejemplo, el RSSI más alto con una potencia de transmisión dada. Por consiguiente, la configuración de enrutamiento es otro parámetro que puede ser reconfigurado de forma adaptativa por el aparato de control, y los nodos LTS están configurados para adaptar las nuevas rutas, esto es, conectarse a nuevos nodos LTS vecinos, en respuesta al comando apropiado desde el aparato de control en el bloque 408.

Las Figuras 11 y 12 ilustran dispositivos de comunicación inalámbrica según realizaciones de la invención. La Figura 11 ilustra una realización del nodo LTS 100 a 118, que puede instalarse en una pared, techo o cualquier otra estructura fija o sustancialmente fija, de tal manera que la localización del nodo LTS 100 sea estática. El nodo LTS 100 puede comprender una carcasa y un mecanismo de fijación utilizado para unir el aparato 102 de control de acceso a la estructura fija. El nodo LTS 100 puede estar conectado a una fuente de alimentación de la red eléctrica para proveer al nodo LTS 100 de energía eléctrica, o el nodo LTS 100 puede funcionar con batería/pilas, o ambos. El nodo LTS 102 puede comprender en la carcasa una circuitería 56 de comunicación configurada para llevar a cabo las comunicaciones con el servidor y las etiquetas móviles, como se describió anteriormente. La circuitería 56 de comunicación puede admitir tecnología de comunicación Bluetooth, por ejemplo. La circuitería 56 de comunicación también puede entenderse que comprende medios para proporcionar al nodo LTS 100 capacidad de radiocomunicación. En una realización, la circuitería 56 de comunicación puede estar configurada para aplicar una pluralidad de niveles de potencia de transmisión para las comunicaciones inalámbricas, como se describió anteriormente.

El nodo LTS 100 comprende además una circuitería controladora 55 configurada para controlar el funcionamiento del nodo LTS 100. La circuitería controladora 55 puede estar configurada para controlar el funcionamiento del nodo LTS durante el funcionamiento convencional y durante la fase de calibración mencionada anteriormente. La circuitería controladora 55 puede comprender un módulo operativo 58 configurado para controlar el funcionamiento del nodo LTS 100 durante el funcionamiento normal, por ejemplo, controlar la comunicación con las etiquetas móviles y enrutar los paquetes de datos entre el servidor y las etiquetas móviles y los nodos LTS. La circuitería controladora 55 puede comprender también un módulo 57 de calibración configurado para controlar el funcionamiento del nodo LTS 100 durante la fase de calibración. Por ejemplo, en respuesta a la recepción de una señal de activación desde el servidor, la circuitería controladora 55 puede configurarse para activar el módulo 57 de calibración para iniciar la fase de calibración en la que el módulo de calibración controla la circuitería 56 de comunicación para transmitir las señales de prueba con múltiples potencias de transmisión y recibir señales de prueba de los nodos LTS vecinos a través de la circuitería 56 de comunicación, para procesar las señales de prueba recibidas y para crear los informes de medición, como se describió anteriormente. Entonces, el módulo 57 de calibración se configura para recibir, a través de la circuitería 56 de comunicación, nuevos parámetros de funcionamiento desde el servidor/aparato de control y para almacenar los nuevos parámetros en una unidad 54 de memoria. Los parámetros pueden incluir al menos una de las potencias de transmisión para utilizar en la

comunicación con las etiquetas móviles, configuración de enrutamiento que defina al menos un nodo LTS vecino al que el nodo LTS 100 debe transmitir paquetes de datos hacia el servidor, y al menos un nodo LTS vecino al que el nodo LTS 100 debe transmitir paquetes de datos hacia fuera desde el servidor. Los parámetros también pueden incluir al menos un nodo auxiliar al que el nodo LTS 100 está configurado para conectarse en caso de fallo del enlace. En algunas realizaciones, los parámetros y el aparato de control definen un nodo LTS auxiliar para cada enlace utilizado por el nodo LTS 100 y, por tanto, el nodo LTS puede recibir una pluralidad de nodos auxiliares. Tras la fase de calibración, el módulo operativo 58 puede estar configurado para leer los nuevos parámetros de la memoria 54 y aplicarlos al funcionamiento normal del nodo LTS.

La unidad 54 de memoria del nodo LTS 100 puede almacenar los parámetros de funcionamiento y productos de programas de ordenador que configuren el funcionamiento de la circuitería controladora 55.

La Figura 12 ilustra una realización de la etiqueta móvil 120. La etiqueta móvil 120 puede comprender una carcasa y una correa utilizada para unir la etiqueta móvil 120 alrededor del cuello o la muñeca de un usuario para llevarla convenientemente. La etiqueta móvil 120 puede estar igualmente unida a otro dispositivo electrónico personal transportado o vestido por el usuario, por ejemplo, un teléfono móvil, un ordenador portátil o prendas de vestir. La etiqueta móvil 120 comprende una circuitería 66 de comunicación configurada para permitir conexiones de comunicación con los nodos LTS 100 a 118 y el servidor para llevar a cabo el seguimiento de localización y para recibir y reconfigurar parámetros de funcionamiento según realizaciones de la invención. La etiqueta móvil 120 puede comprender además una circuitería controladora 64 configurada para controlar las operaciones de la etiqueta móvil 120 según realizaciones de la invención. La circuitería controladora 64 puede estar configurada para llevar a cabo el proceso según cualquier realización descrita anteriormente en relación con la etiqueta móvil 120. Por ejemplo, la circuitería controladora puede estar configurada para recibir desde el servidor nuevos parámetros de funcionamiento, por ejemplo, el umbral o umbrales, y aplicarlos al seguimiento de localización. La circuitería controladora 64 puede comprender un procesador configurado por software leído por el procesador desde una unidad 62 de memoria.

La etiqueta móvil 120 puede comprender además una interfaz 68 de usuario que comprenda un dispositivo de entrada tal como un teclado numérico o botones, medios de salida tales como un altavoz y/o una interfaz visual, por ejemplo, en forma de luces o una unidad de pantalla. En una realización, la etiqueta móvil 120 comprende una interfaz para ser conectada a una interfaz equivalente de otro dispositivo electrónico, por ejemplo, un teléfono móvil o un ordenador (portátil). En tales realizaciones, la interfaz 68 de usuario de la etiqueta móvil 120 puede utilizar una interfaz de usuario expandida proporcionada por el otro dispositivo electrónico. Por ejemplo, la propia etiqueta móvil 120 puede no estar provista de pantalla, pero cuando la etiqueta móvil 120 está conectada al otro dispositivo electrónico que comprende una pantalla, la circuitería controladora 64 está configurada para detectar la conexión y proporcionar al usuario una presentación visual, por ejemplo, un menú, a través de la pantalla del dispositivo electrónico. La circuitería controladora 64 y la circuitería 66 de comunicación en cooperación pueden entenderse como medios de constitución para llevar a cabo las funcionalidades de la etiqueta móvil descritas anteriormente.

La Figura 13 ilustra un diagrama de bloques de una realización del servidor 13 que puede comprender el aparato de control antes mencionado. El servidor 13 comprende una interfaz 76 de entrada/salida (E/S) que permite una conexión de comunicación con los dispositivos de comunicación inalámbrica del LTS, por ejemplo, las etiquetas móviles 120 a 128, otras etiquetas, y nodos LTS 100 a 118. La interfaz 76 de E/S puede proveer al servidor de conectividad de protocolo de Internet. El servidor 13 puede comprender además una circuitería controladora 74 configurada para llevar a cabo las realizaciones descritas anteriormente en conexión con el servidor 13. La circuitería controladora 74 puede comprender como sub-circuitería un aparato 75 de seguimiento de localización, que puede ser entendido como una sub-rutina o programa de ordenador que configure la circuitería controladora 74 para llevar a cabo las funcionalidades del aparato 75 de seguimiento de localización. El aparato de seguimiento de localización puede recibir desde los nodos LTS y/o las etiquetas móviles informes relacionados con la vinculación de las etiquetas móviles con los nodos LTS con propósitos de seguimiento de localización. El aparato de seguimiento de localización puede entonces almacenar en una base de datos de seguimiento de localización en una unidad 72 de memoria información sobre las etiquetas móviles y un nodo LTS actualmente enlazado a cada etiqueta móvil. Como otra sub-circuitería, la circuitería 74 de control puede comprender una circuitería 73 de calibración que puede formar al menos parte del aparato de control mencionado anteriormente. La circuitería 73 de calibración puede configurarse para llevar a cabo la fase de calibración en el servidor, por ejemplo, cualquiera de las realizaciones descritas en relación con las Figuras 4 a 10. Por consiguiente, la circuitería 73 de calibración puede recibir los informes de medición de los nodos LTS, determinar nuevos parámetros de funcionamiento según uno o más algoritmos almacenados en la memoria 72, almacenar los nuevos parámetros en la memoria 72 y controlar la interfaz 76 de E/S para transmitir los nuevos parámetros a los nodos LTS y las etiquetas móviles. La circuitería controladora 74 puede comprender un procesador configurado por software leído por el procesador desde la unidad 72 de memoria. La unidad 72 de memoria también puede almacenar bases de datos necesarias para la implementación del LTS y la fase de calibración. Las bases de datos pueden comprender una base de datos LTS que almacene localizaciones actuales de las etiquetas que están siendo localizadas, un plano del área en la que se lleva a cabo el seguimiento de localización, etc. La memoria 72 puede almacenar además una base de datos de etiquetas que almacene identificadores de las etiquetas comprendidas en el LTS y cualquier información personal y/o de activos asociada con las etiquetas. La base de datos de etiquetas puede vincular las etiquetas a los correspondientes usuarios y activos. La memoria 72 también puede almacenar los parámetros de calibración e

instrucciones de ordenador que configuren la circuitería 73 de calibración para llevar a cabo la fase de calibración. La memoria 72 puede estar realizada por un único dispositivo de memoria o una pluralidad de dispositivos de memoria que pueden ser estructuralmente diferentes incluyendo, por ejemplo, pero no limitados a, un disco duro, una memoria de acceso aleatorio y una memoria flash. El servidor 70 puede comprender además una interfaz 78 de usuario que comprenda una unidad de pantalla, un teclado, un ratón, un altavoz y/o medios similares de entrada y/o salida.

Como se emplea en esta solicitud, el término “circuitería” se refiere a todo lo siguiente: (a) implementaciones de circuitos exclusivamente de hardware, tales como implementaciones en circuitería solo analógica y/o digital, y (b) a combinaciones de circuitos y software (y/o firmware), tales como (según corresponda): (i) una combinación de procesador/es o (ii) partes de procesador/es / software que incluyan procesador/es de señal digital, software y memoria/s que trabajen conjuntamente para hacer que un aparato desempeñe varias funciones, y (c) a circuitos, tales como un microprocesador o microprocesadores, o una parte de un microprocesador o microprocesadores, que requieran software o firmware para su funcionamiento, incluso si el software o el firmware no está físicamente presente. Esta definición de “circuitería” se aplica a todos los usos de este término en esta solicitud. Como ejemplo adicional, como se emplea en esta solicitud, el término “circuitería” también cubriría una implementación de simplemente un procesador (o procesadores múltiples) o parte de un procesador y su software y/o firmware adjunto. El término “circuitería” también cubriría, por ejemplo, y si fuera aplicable al elemento particular, un circuito integrado de banda base o un circuito integrado de procesador de aplicaciones para un teléfono móvil o un circuito integrado similar en el servidor, un dispositivo de red celular, u otro dispositivo de red.

Los procesos o métodos descritos en relación con las Figuras 2 a 7 también pueden llevarse a cabo en forma de proceso informático definido por un programa de ordenador. El programa de ordenador puede estar en forma de código fuente, en forma de código objeto o en alguna forma intermedia, y puede estar almacenado en algún tipo de soporte, que puede ser cualquier entidad o dispositivo capaz de llevar el programa. Tales soportes incluyen un medio de registro, memoria de ordenador, memoria de solo lectura, señal portadora eléctrica, señal de telecomunicaciones y paquete de distribución de software, por ejemplo. Dependiendo de la potencia de procesamiento necesaria, el programa de ordenador puede ejecutarse en una única unidad de procesamiento electrónico digital o puede ser distribuido entre varias unidades de procesamiento. Como la presente invención comprende características en el aparato de seguimiento de localización, el aparato de control de acceso y la etiqueta móvil, cada aparato puede estar provisto de un procesador configurado por un producto de programa de ordenador separado.

Será evidente para un experto en la técnica que, según avanza la tecnología, el concepto inventivo puede implementarse de diversas maneras. La invención y sus realizaciones no están limitadas a los ejemplos descritos anteriormente, sino que pueden variar dentro del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un nodo (100 a 118) de seguimiento de localización para un sistema de seguimiento de localización que comprende una pluralidad de nodos (100 a 118) de seguimiento de localización dispuestos en localizaciones fijas para cubrir un área donde se va a llevar a cabo el seguimiento de localización, etiquetas móviles (120), cuyas localizaciones se están siguiendo, y un servidor (13) conectado a la pluralidad de nodos (100 a 118) de seguimiento de localización del sistema de seguimiento de localización y que almacena las localizaciones fijas de los nodos (100 a 118) de seguimiento de localización y las localizaciones de las etiquetas móviles (120 a 128), comprendiendo el nodo (100 a 118) de seguimiento de localización medios configurados para llevar a cabo una fase de calibración automática durante el funcionamiento del sistema de seguimiento de localización, en donde la fase de calibración comprende, en el nodo (100 a 118) de seguimiento de localización:
- transmitir (S2) una señal de prueba con al menos una potencia de transmisión designada desde el nodo (100 a 118) de seguimiento de localización, comprendiendo la señal de prueba un identificador del nodo (100 a 118) de seguimiento de localización;
 - recibir (S2) otra señal de prueba desde otro nodo (100 a 118) de seguimiento de localización y determinar, a partir de la otra señal de prueba recibida, un identificador del otro nodo (100 a 118) de seguimiento de localización que transmitió la otra señal de prueba;
 - transmitir (S3) a un aparato (13) de control comprendido en el servidor (13) un informe de medición que comprende el identificador del otro nodo (100 a 118) de seguimiento de localización desde el cual se recibió la señal de prueba;
 - en donde la fase de calibración comprende además, en el nodo (100 a 118) de seguimiento de localización:
 - recibir (S5) parámetros de potencia de transmisión reconfigurados desde el aparato (13) de control; y
 - aplicar (S5) los parámetros de potencia de transmisión reconfigurados recibidos en la comunicación con las etiquetas móviles (120 a 128) rastreadas por el sistema de seguimiento de localización.
2. Un aparato de control (13) para que un servidor (13) controle los parámetros de funcionamiento de un sistema de seguimiento de localización que comprende una pluralidad de nodos (100 a 118) de seguimiento de localización dispuestos en localizaciones fijas para cubrir un área donde se va a llevar a cabo el seguimiento de localización, al menos una etiqueta móvil (120 a 128) configurada para comunicarse con al menos uno de dicha pluralidad de nodos (100 a 118) de seguimiento de localización cada vez con fines de seguimiento de localización, y el servidor (13) conectado a la pluralidad de nodos (100 a 118) de seguimiento de localización del sistema de seguimiento de localización, y que almacena las localizaciones fijas de los nodos (100 a 118) de seguimiento de localización y las localizaciones de de las etiquetas móviles (120 a 128),
- en donde se lleva a cabo una fase de calibración automática en el sistema de seguimiento de localización durante el funcionamiento del sistema de seguimiento de localización, comprendiendo la fase de calibración la transmisión de señales de prueba con niveles de potencia de transmisión designados entre dicha pluralidad de nodos (100 a 118) de seguimiento de localización, y en donde el aparato (13) de control comprende:
 - medios (76) configurados para recibir, durante la fase de calibración, desde la pluralidad de nodos (100 a 118) de seguimiento de localización, informes de medición, en donde un informe de medición comprende un identificador de al menos un nodo (100 a 118) de seguimiento de localización desde el cual la señal de prueba fue recibida por un nodo (100 a 118) de seguimiento de localización que transmitió dicho informe de medición;
 - en donde el aparato (13) de control comprende además medios (73) configurados para analizar los informes de medición y reconfigurar la potencia de transmisión de al menos un nodo (100 a 118) de seguimiento de localización y/o al menos una etiqueta móvil (120 a 128) basándose en el análisis.
3. El aparato (13) de control de la reivindicación 2, en donde el aparato (13) de control está configurado para aumentar la potencia de transmisión de uno de la pluralidad de nodos (100 a 118) de seguimiento de localización cuya señal de prueba no se detectó en otro de la pluralidad de nodos (100 a 118) de seguimiento de localización que debería haber detectado el nodo (100 a 118) de seguimiento de localización mencionado.
4. El aparato (13) de control de cualquiera de las reivindicaciones 2 y 3, en donde el aparato (13) de control está configurado para disminuir la potencia de transmisión de uno de la pluralidad de nodos (100 a 118) de seguimiento de localización cuya señal de prueba fue detectada en otro de la pluralidad de nodos (100 a 118) de seguimiento de localización que no debería haber detectado el nodo (100 a 118) de seguimiento de localización mencionado.
5. El aparato (13) de control de la reivindicación 2, en donde el aparato (13) de control está configurado para reconfigurar la potencia de transmisión de una pluralidad de dicha pluralidad de nodos (100 a 118) de seguimiento

- de localización hasta un nivel con el cual no se detecte una señal en un nodo (100 a 118) de seguimiento de localización vecino, y en donde la pluralidad de nodos (100 a 118) de seguimiento de localización están configurados para utilizar la potencia de transmisión reconfigurada cuando se comuniquen con la etiqueta móvil (120 a 128) y para utilizar una potencia de transmisión más alta cuando se comuniquen con dicho nodo (100 a 118) de seguimiento de localización vecino.
- 5
6. El aparato (13) de control de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, en donde el aparato (13) de control está configurado para reconfigurar la potencia de transmisión de al menos una de las al menos una etiqueta móvil (120 a 128).
- 10
7. El aparato (13) de control de la reivindicación 6, en donde el aparato (13) de control está configurado para reconfigurar al menos una de las al menos una etiqueta móvil (120 a 128) para que utilice la misma potencia de transmisión que un nodo (100 a 118) de seguimiento de localización al que está vinculada en ese momento la al menos una etiqueta móvil (120 a 128).
- 15
8. El aparato (13) de control de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 7, en donde el aparato (13) de control está configurado para reconfigurar al menos un umbral de detección utilizado por la al menos una etiqueta móvil (120 a 128) en la detección de al menos uno de la pluralidad de nodos (100 a 118) de seguimiento de localización.
- 20
9. El aparato (13) de control de la reivindicación 8, en donde el aparato (13) de control está configurado para reconfigurar un umbral de detección rápida utilizado por la etiqueta móvil (120 a 128) para enlazar con al menos uno de la pluralidad de nodos (100 a 118) de seguimiento de localización desde el que se reciba una señal con una potencia de recepción que supere el umbral de detección rápida.
- 25
10. El aparato (13) de control de la reivindicación 9, en donde el aparato (13) de control está configurado para reconfigurar un umbral de detección rápida, utilizado por al menos una etiqueta móvil (120 a 128), basándose en informes de medición recibidos, de tal manera que en cualquier localización del sistema de seguimiento de localización un número determinado de la pluralidad de nodos (100 a 118) de seguimiento de localización proporcione una potencia de recepción que sobrepase el umbral de detección rápida.
- 30
11. El aparato (13) de control de cualquiera de las reivindicaciones 9 y 10, en donde el aparato (13) de control está configurado para reconfigurar un umbral de descarte utilizado por la etiqueta móvil (120 a 128) para descartar al menos uno de la pluralidad de nodos (100 a 118) de seguimiento de localización desde el que se reciba una señal con una potencia de recepción por debajo del umbral de descarte.
- 35
12. Un sistema para localización de seguimiento, que comprende:
- una pluralidad de nodos (100 a 118) de seguimiento de localización según la reivindicación 1, y dispuestos para cubrir un área donde se va a llevar a cabo el seguimiento de localización;
- al menos una etiqueta móvil (120 a 128) configurada para comunicarse con al menos uno de dicha pluralidad de nodos (100 a 118) de seguimiento de localización cada vez con fines de seguimiento de localización; y
- un aparato (13) de control según la reivindicación 2.
- 40
13. El sistema de la reivindicación 12, en donde la pluralidad de nodos (100 a 118) de seguimiento de localización forman una red de malla que proporciona una conexión de comunicación entre al menos una etiqueta móvil (120 a 128) y el aparato (13) de control, y en donde el aparato (13) de control está configurado para determinar en la fase de calibración, basándose en los informes de medición recibidos, nuevas rutas a utilizar al enrutar las señales entre al menos una etiqueta móvil (120 a 128) y el aparato (13) de control, y para configurar al menos algunos de los nodos (100 a 118) de seguimiento de localización para que apliquen las nuevas rutas.
- 45
14. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 12 y 13, en donde la pluralidad de nodos (100 a 118) de seguimiento de localización están configurados para transmitir la señal de prueba con una pluralidad de niveles de potencia de transmisión, y en donde el aparato (13) de control está configurado para determinar qué nodos (100 a 118) de seguimiento de localización vecinos es capaz de detectar cada nodo (100 a 118) de seguimiento de localización a cada nivel de potencia de transmisión, y reconfigurar los parámetros sobre la base de dicha determinación.

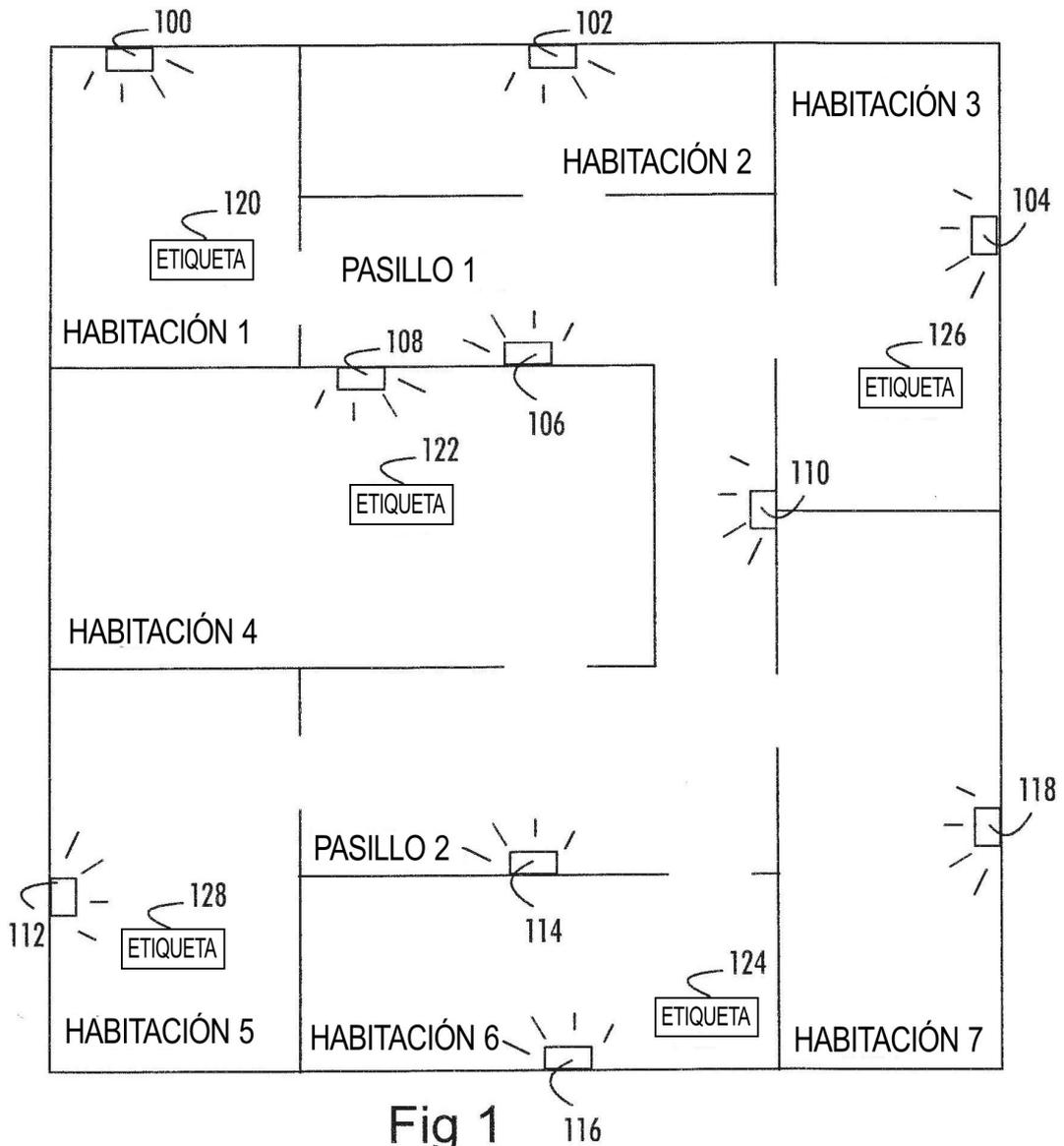


Fig 1

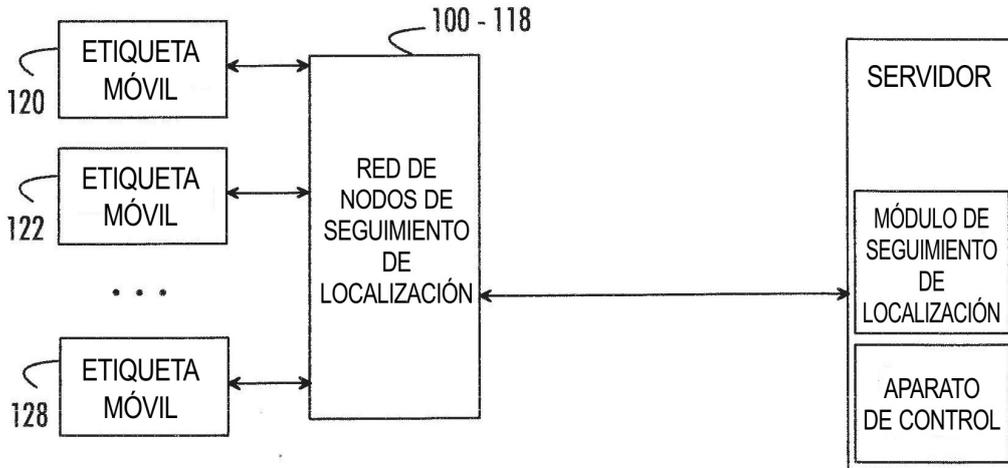


Fig 2

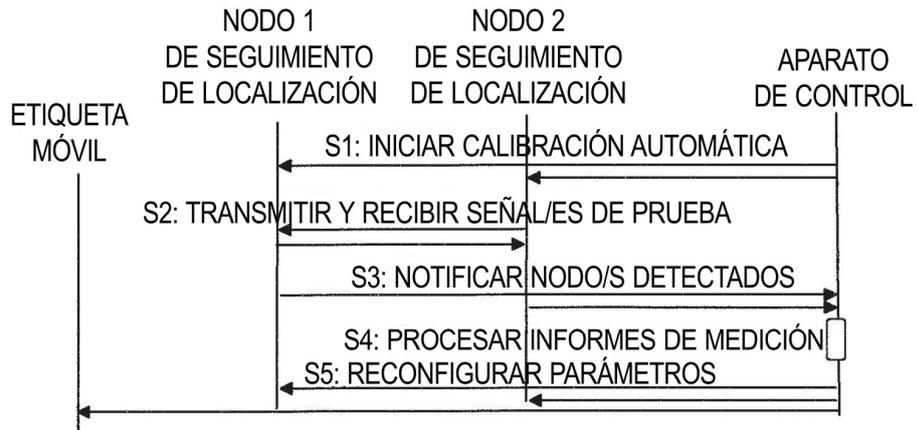


Fig 3

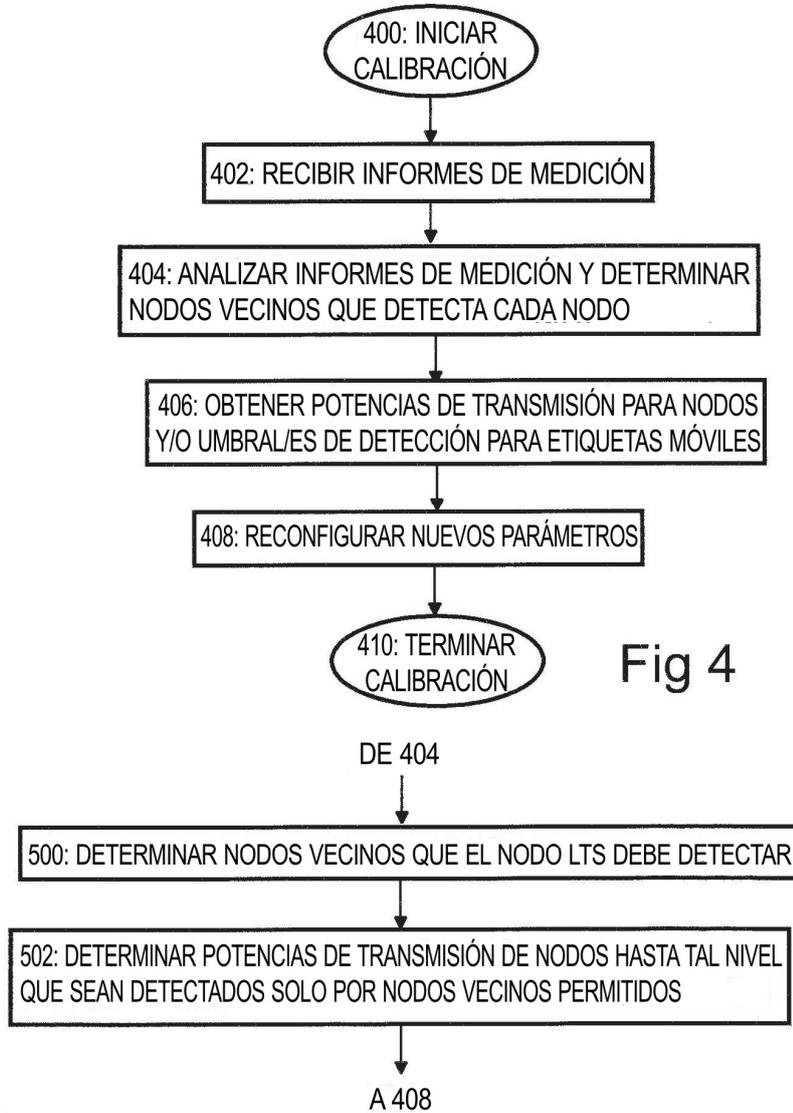


Fig 4

Fig 5

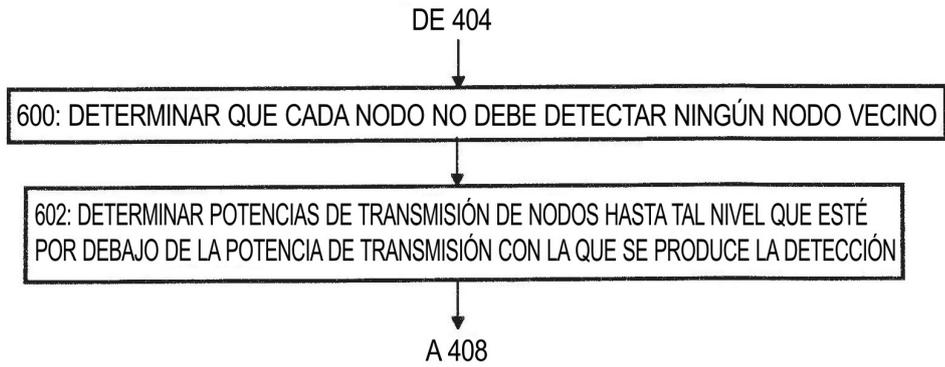


Fig 6

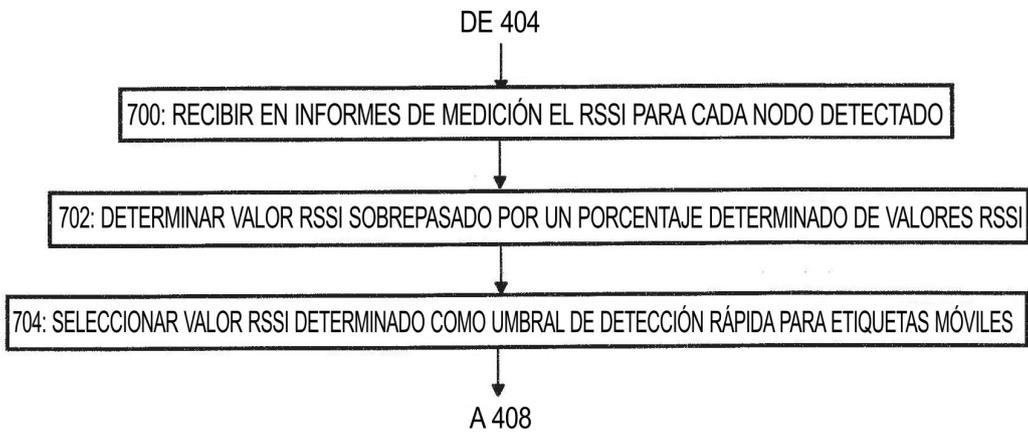


Fig 7

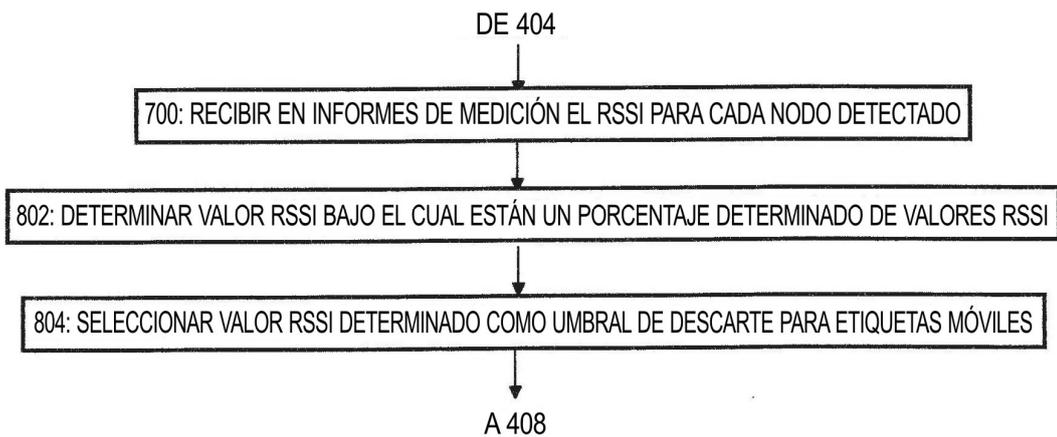
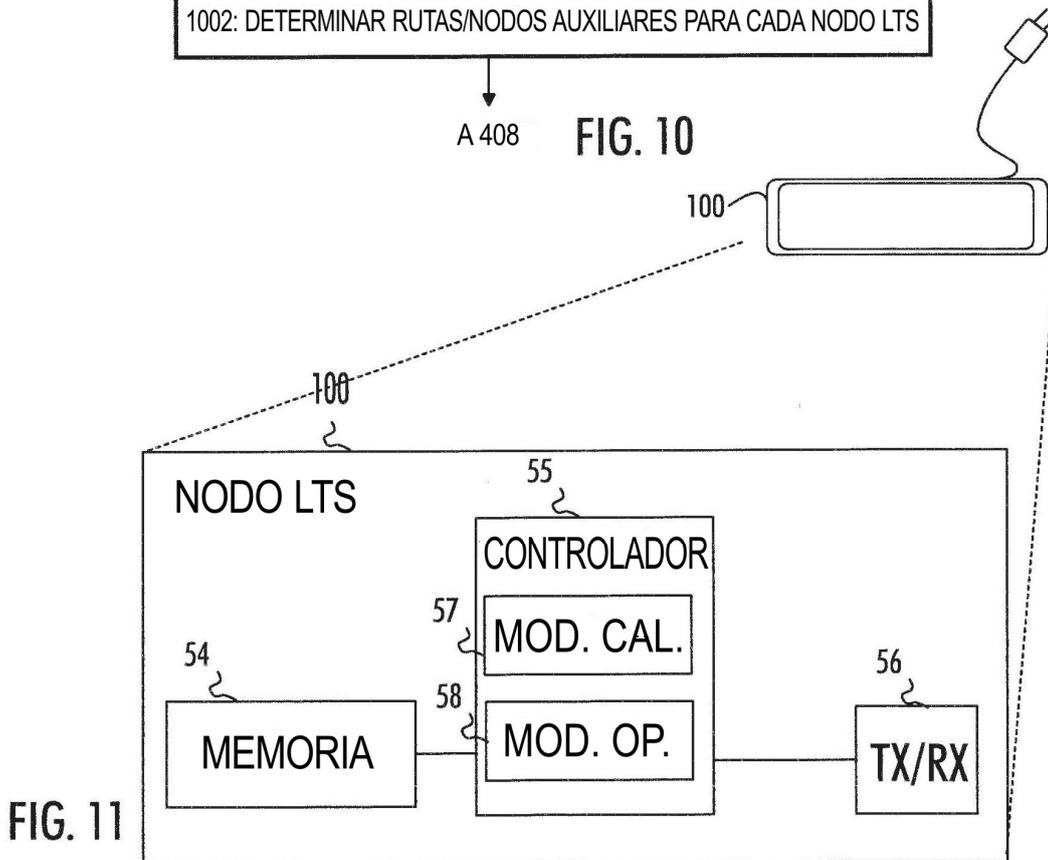
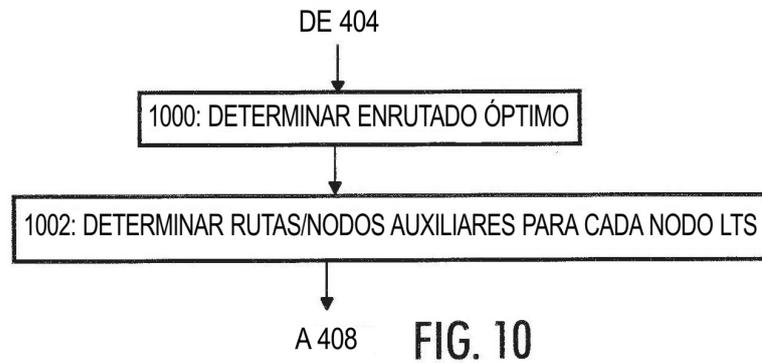


Fig 8



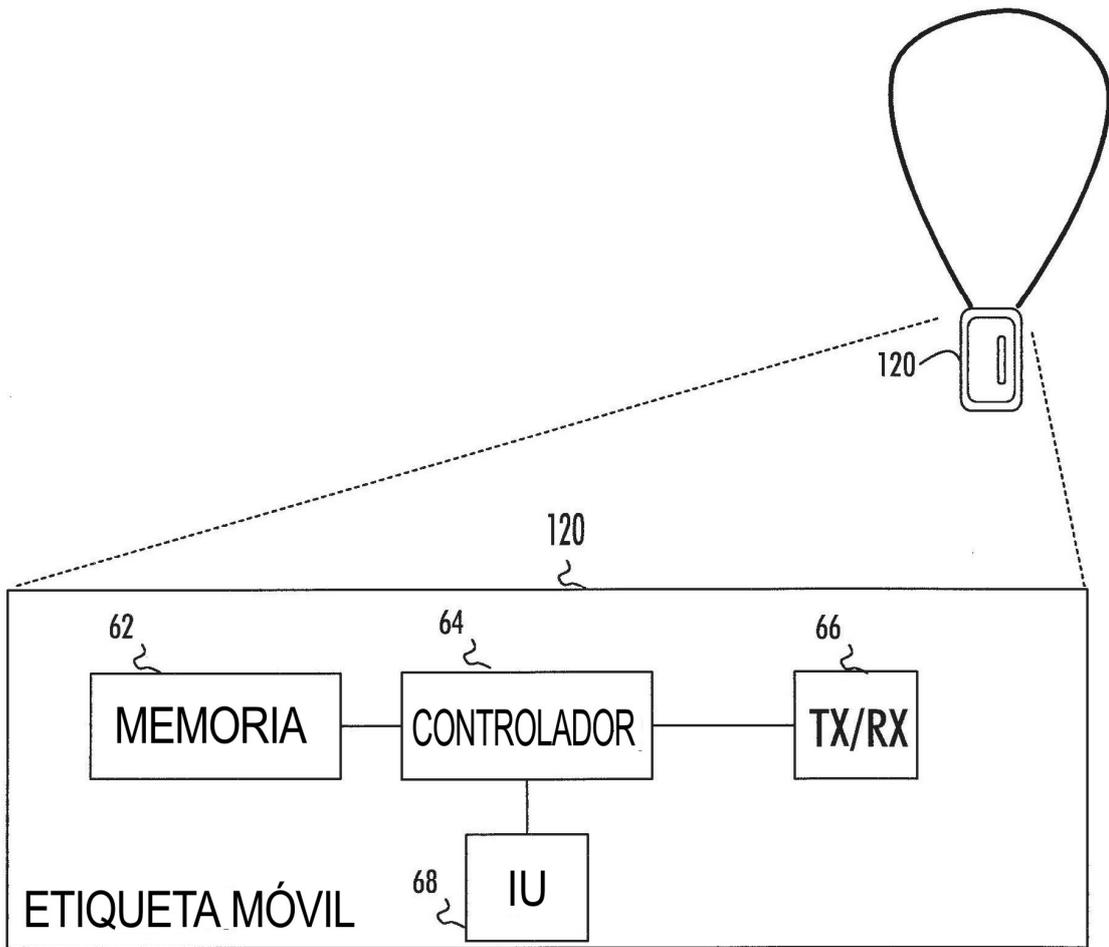


FIG. 12

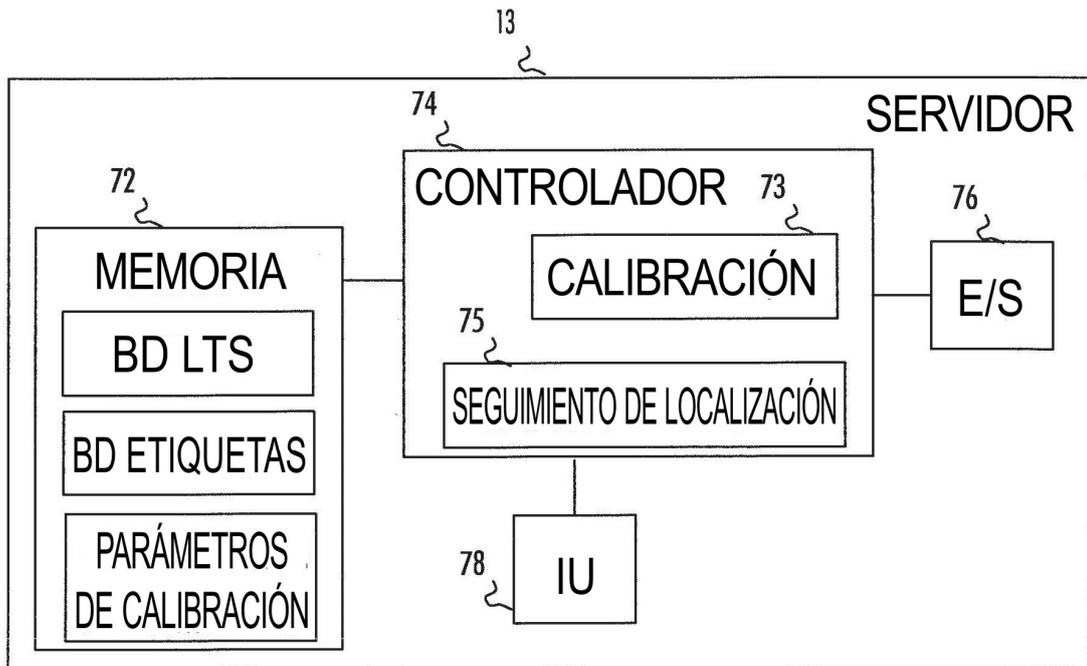


FIG. 13