(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 933 113**

(51) Int. CI.:

H04L 67/141 (2012.01)
H04W 4/80 (2008.01)
H04W 12/06 (2011.01)
H04W 52/02 (2009.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.12.2017 PCT/US2017/066832**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **21.06.2018 WO18112417**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.2017 E 17881548 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.10.2022 EP 3556172**

(54) Título: **Procedimientos y sistemas para la ratificación de un emparejamiento Bluetooth®**

(30) Prioridad:

16.12.2016 US 201662435458 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.02.2023

(73) Titular/es:

F. HOFFMANN-LA ROCHE AG (100.0%)
124 Grenzacherstrasse
4070 Basel, CH

(72) Inventor/es:

CARLSON, CRAIG L.

(74) Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

DESCRIPCIÓN

Procedimientos y sistemas para la ratificación de un emparejamiento Bluetooth®

Referencia cruzada a la solicitud relacionada

Esta solicitud reivindica la prioridad a la solicitud de patente provisional de EE. UU. con n.º de serie 62/435.458, presentada el 16 de diciembre de 2016.

Campo técnico

La presente divulgación se refiere, en general, a la técnica de los sistemas informáticos habilitados para BLUETOOTH® y, más específicamente, a un procedimiento de uso de un protocolo de ratificación en el emparejamiento BLUETOOTH® para reducir la interferencia durante el proceso de emparejamiento.

Antecedentes

La tecnología inalámbrica BLUETOOTH® (BWT) se usa para establecer la conectividad inalámbrica entre dispositivos informáticos. (BLUETOOTH® es una marca registrada de BLUETOOTH® SIG, Inc., Kirkland, Wash.) BLUETOOTH® habilita dichos dispositivos para conectarse y comunicarse entre sí eficazmente.

BWT utiliza la banda de radio de 2,4 GHz gratuita y disponible en todo el mundo. Esta banda también es conocida como la banda de radio industrial, científica y médica (ISM). Un funcionamiento en la banda ISM permite que BWT utilice bajos niveles de energía mientras permite que los dispositivos habilitados para BLUETOOTH® dentro de un alcance aceptable compartan datos. Cada dispositivo habilitado para BLUETOOTH® se puede comunicar simultáneamente con muchos otros dispositivos en una variedad de topologías compatibles con el protocolo BLUETOOTH®. BWT se usa con una variedad de productos, que incluyen dispositivos informáticos móviles, dispositivos informáticos estacionarios, dispositivos periféricos informáticos, teléfonos inteligentes, dispositivos informáticos portátiles, dispositivos informáticos médicos y dispositivos informáticos vehiculares.

Para que dos dispositivos habilitados para BLUETOOTH® se comuniquen entre sí, los dispositivos se deben "emparejar" entre sí. Dicho emparejamiento es fundamental para la comunicación BLUETOOTH® porque ayuda a garantizar que los dispositivos habilitados para BLUETOOTH® solo se comuniquen con dispositivos habilitados para BLUETOOTH® conocidos o aprobados. Durante el emparejamiento, los dos dispositivos también se "vinculan" almacenando claves de seguridad, lo que permite que los dispositivos se vuelvan a conectar en un momento posterior e intercambien datos de forma segura sin una intervención adicional innecesaria del usuario después de un emparejamiento inicial.

La vinculación BLUETOOTH® implica hacer que un par dado de dispositivos habilitados para BLUETOOTH® se conviertan en un par de confianza entre sí. Para lograr el emparejamiento, los dispositivos habilitados para BLUETOOTH® completan un proceso específico de detección y autenticación de dispositivos. Tras completar el proceso de emparejamiento y vinculación, cada dispositivo puede transmitir y aceptar automáticamente la comunicación entre ellos.

En el proceso de detección de dispositivos, cada dispositivo habilitado para BLUETOOTH® busca y localiza dispositivos habilitados para BLUETOOTH® cercanos con los que comunicarse. Solo los dispositivos habilitados para BLUETOOTH® que están en un modo "detectable" se pueden localizar o "detectar".

Se dice que un dispositivo habilitado para BLUETOOTH® que está realizando una exploración para detectar dispositivos habilitados para BLUETOOTH® está en el estado de detección de dispositivos. Se dice que un dispositivo habilitado para BLUETOOTH® que es detectable está en modo detectable. Tras la detección, los dispositivos habilitados para BLUETOOTH® pueden revelar sus nombres anunciados y otra información pertinente antes de que se establezca una conexión entre los dispositivos.

Típicamente, la lista de los dispositivos detectados se presenta al usuario. A continuación, se le pedirá al usuario que seleccione el dispositivo deseado con el que se va a emparejar y que confirme que debe tener lugar el emparejamiento. Por tanto, el usuario puede dar instrucciones al dispositivo detector para emparejar y vincular los dispositivos. Tras dicha confirmación, los dispositivos establecen una relación creando una clave de enlace que constituye un "secreto compartido". La clave de enlace se usa posteriormente para controlar la comunicación entre los dispositivos emparejados a menos que y hasta que los dispositivos estén desemparejados. Cualquier dispositivo puede provocar un desemparejamiento eliminando su respectiva clave de enlace.

Una vez que los dispositivos están emparejados y vinculados, se pueden comunicar entre sí. Incluso cuando los dispositivos pierden la conectividad (por ejemplo, saliéndose del alcance del otro o perdiendo el acceso a las comunicaciones BLUETOOTH®), pueden restablecer la comunicación sin volver a emparejarse, a menos que uno o ambos dispositivos pierdan su información de enlace respectiva.

El emparejamiento en BLUETOOTH® permite que dos dispositivos formen una relación que puede ser temporal (durando solo la duración de la conexión actual) o a largo plazo (permitiendo las reconexiones). Cuando un par de dispositivos BLUETOOTH® se ajustan en modo de emparejamiento, el dispositivo que solicita la conexión y el emparejamiento (denominado dispositivo central) puede presentar una lista de dispositivos "detectados", lo que permite que el usuario seleccione el dispositivo (por ejemplo, un dispositivo periférico) con el que continuar el proceso de emparejamiento.

En modelos de emparejamiento conocidos, durante el emparejamiento el dispositivo periférico (o el dispositivo que no inicia el emparejamiento) no permite la confirmación de la identidad del dispositivo central en el dispositivo periférico. Más bien, los modelos de emparejamiento conocidos de Bluetooth permiten que cualquier dispositivo se conecte a un dispositivo periférico durante el emparejamiento. En algunos ejemplos, el dispositivo periférico puede presentar (en una pantalla periférica u otra pantalla) información para la confirmación o la comparación por el usuario del dispositivo central. Por ejemplo, el periférico puede presentar una clave de acceso que se puede volver a introducir en el dispositivo central. De forma alternativa, el periférico puede presentar un valor numérico para su comparación en el dispositivo central. En el caso del emparejamiento Just Works, el periférico no tiene ninguna ratificación directa con un dispositivo central de emparejamiento.

Como resultado, existe una vulnerabilidad para los dispositivos periféricos durante el proceso de emparejamiento BLUETOOTH®, puesto que un dispositivo periférico no tiene voz sobre qué dispositivos intentan emparejarse con él mientras está en modo de emparejamiento. Esto es tanto un problema de seguridad como un problema de satisfacción del usuario. Durante el emparejamiento, el dispositivo remoto (es decir, el dispositivo periférico) debe aceptar cualquier solicitud de conexión que reciba de cualquier dispositivo central. Esta 'apertura' del dispositivo periférico para aceptar conexiones de dispositivos centrales desconocidos da cabida a una conectividad mejorada. La conectividad se potencia porque el modelo permite un emparejamiento conveniente entre dispositivos. Sin embargo, este modelo también tiene un riesgo de seguridad en caso de que un dispositivo central malicioso se conecte al periférico. Este modelo también puede dar como resultado intentos de emparejamiento fallidos debido a un posible desajuste entre el dispositivo central y el periférico. Dicho emparejamiento fallido puede frustrar a los usuarios de dispositivos BLUETOOTH®.

El documento US 2012/0 063 598 A1 divulga un procedimiento de conexión de dispositivos BLUETOOTH® que usan un único canal BLUETOOTH® y un dispositivo BLUETOOTH® que usa el procedimiento. Se puede intercambiar una clave pública por medio de un único canal BLUETOOTH® predefinido, evitando de este modo un ataque de intermediario (MITM). Por ejemplo, cuando un atacante MITM intercepta la clave pública e intenta realizar un ataque a los otros dispositivos BLUETOOTH®, otros dispositivos BLUETOOTH® también pueden recibir la clave pública por medio del único canal BLUETOOTH®. En consecuencia, los otros dispositivos BLUETOOTH® pueden reconocer que el atacante MITM intenta llevar a cabo el ataque MITM usando una dirección encubierta.

En el documento US 2013/0 259 230 A1 se divulgan diversos modos de realización de módulos Bluetooth de baja energía (BLE) y procedimientos implementados en los mismos. Un modo de realización de la divulgación genera en un dispositivo central BLE una clave de resolución de identidad (IRK) asociada con un dispositivo periférico BLE. La IRK se transmite al periférico BLE. Se genera una dirección privada resoluble (RPA) en el dispositivo central BLE que corresponde a la IRK. Los paquetes transmitidos en un canal de anuncio usan la RPA para las transmisiones al periférico BLE.

El documento US 2016/0 080 372 A1 se refiere a un procedimiento para emplear un dispositivo móvil para comunicar datos a través de una red, en el que el dispositivo móvil realiza acciones, que comprende: emplear un dispositivo de autenticación autorizado (AAD) para autenticar a un usuario del dispositivo móvil; y cuando el usuario del dispositivo móvil esté autenticado, realizar acciones adicionales, incluyendo: proporcionar uno o más paquetes de información de anuncio en base a una o más claves de aprovisionamiento; y comunicar el uno o más paquetes de información de anuncio a uno o más puntos de acceso remoto, en el que cada punto de acceso remoto emplea la una o más claves de aprovisionamiento para proporcionar una o más versiones locales del uno o más paquetes de información de anuncio; y cuando una o más comparaciones realizadas por el uno o más puntos de acceso remoto entre su una o más versiones locales de los paquetes de información de anuncio con el uno o más paquetes de información de anuncio comunicados es una coincidencia, proporcionar al usuario acceso a cada punto de acceso remoto que tiene la una o más comparaciones coincidentes.

Sumario de la divulgación

El objetivo de esta divulgación es superar los problemas de emparejamiento de dispositivos habilitados para BLUETOOTH® proporcionando un mecanismo de ratificación para el emparejamiento que evita que un dispositivo periférico se empareje con un dispositivo central no deseado. La divulgación aborda esta dificultad de la siguiente manera.

Se proporciona un procedimiento para ratificar un emparejamiento de dispositivos habilitados para Bluetooth de acuerdo con la reivindicación independiente 1. Además, se proporciona un sistema para ratificar un

emparejamiento de dispositivos habilitados para Bluetooth de acuerdo con la reivindicación independiente 6. Se divulgan otros modos de realización en las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción de las figuras

Figura 1 La fig. 1 ilustra una configuración ejemplar de un dispositivo informático habilitado para BLUETOOTH® como se describe en el presente documento.

Figura 2 La fig. 2 es un diagrama de flujo que representa las etapas realizadas por el dispositivo informático habilitado para BLUETOOTH® de la fig. 1 para realizar la ratificación del emparejamiento entre dispositivos.

Figura 3 La fig. 3 es un diagrama de flujo que representa las etapas realizadas por el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® para realizar la ratificación del emparejamiento con el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH®.

Figura 4 La fig. 4 es un diagrama de flujo que representa las etapas realizadas por el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® para realizar la ratificación del emparejamiento con el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH®.

Figura 5 La fig. 5 es un diagrama de elementos de uno o más dispositivos informáticos de ejemplo que se pueden usar en los procedimientos mostrados en las figs. 2, 3 y 4.

Descripción detallada

En el presente documento se describen procedimientos, un sistema y un dispositivo para el emparejamiento potenciado de dispositivos habilitados para BLUETOOTH® usando un procedimiento de ratificación de emparejamiento. Específicamente, los procedimientos, el sistema y el dispositivo usan una clave de ratificación para evitar que un dispositivo periférico se empareje por BLUETOOTH® con un dispositivo central no deseado. Como resultado, los procedimientos, el sistema y el dispositivo habilitan el emparejamiento de dos dispositivos habilitados para BLUETOOTH® sin la interferencia de ningún dispositivo habilitado para BLUETOOTH® central no deseado.

Como se usa en el presente documento, el término "central" o "dispositivo central" se puede usar para referirse a un dispositivo habilitado para BLUETOOTH® que inicia el emparejamiento con un segundo dispositivo habilitado para BLUETOOTH® que se puede denominar "periférico" o "dispositivo periférico". Como tal, un dispositivo central es sinónimo de un dispositivo local y un dispositivo periférico es sinónimo de un dispositivo remoto. Como se usa en el presente documento, el término "dispositivo central no deseado" se refiere a cualquier dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® que se pueda conectar con un dispositivo periférico que no se pretende o no se desea emparejar con el dispositivo periférico. Dichos dispositivos centrales no deseados pueden ser, o no, dispositivos maliciosos.

En general, en el emparejamiento BLUETOOTH®, un primer dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® (dispositivo central A) puede intentar emparejarse y conectarse con un dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® (dispositivo periférico B). En un ejemplo, un segundo dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® (dispositivo central C) *también* puede intentar emparejarse con el dispositivo periférico B. En este ejemplo, el dispositivo periférico B solo desea emparejarse con un dispositivo particular, el dispositivo central A. Sin embargo, el dispositivo central C puede interferir con el emparejamiento deseado del dispositivo central A y el dispositivo periférico B transmitiendo una solicitud de emparejamiento al dispositivo periférico B antes de que lo haga el dispositivo central A. En otro ejemplo, otro dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® (dispositivo central D) se ha emparejado previamente con el dispositivo periférico B e intenta reconectarse con el dispositivo periférico B. De forma similar, dicho esfuerzo de reconexión interferirá con el emparejamiento deseado del dispositivo central A y el dispositivo periférico B.

La presente divulgación aborda estos problemas provocados por la interferencia de dispositivos centrales no deseados que se vuelven a emparejar o reconectar con un dispositivo periférico. Específicamente, la presente divulgación describe el uso de un valor de ratificación proporcionado por el dispositivo periférico (por ejemplo, el dispositivo periférico B) a dispositivos nuevos aprobados con los que el dispositivo periférico desea emparejarse.

Específicamente, en el modo de realización de ejemplo, un dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® se ajusta en modo de emparejamiento. El dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® se anuncia además en modo detectable. El dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® se puede anunciar en un modo de detección limitada o bien uno de detección general. En el modo de realización de ejemplo, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® está configurado para anunciar su disponibilidad general para el emparejamiento con otros dispositivos, específicamente con dispositivos centrales habilitados para BLUETOOTH®. En un primer modo de realización, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® anuncia su disponibilidad y transmite

simultáneamente un "valor de ratificación" en los paquetes de datos de anuncio. El valor de ratificación es una cadena de caracteres que, junto con el procesamiento posterior, se puede usar para ratificar que un dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® es un usuario autorizado que se debe poder emparejar con el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH®. En el modo de realización de ejemplo, el valor de ratificación es una cadena de caracteres de ocho dígitos, pero puede ser de mayor longitud. En otros modos de realización, el valor de ratificación puede ser una cadena de caracteres de cualquier longitud. En otros modos de realización, el valor de ratificación puede ser una cadena de caracteres alfanumérica o cualquier otra cadena de caracteres adecuada. Preferentemente, el valor de ratificación es lo suficientemente corto y sencillo de modo que se pueda procesar por un algoritmo de ratificación (para producir una clave de ratificación) sin consumir recursos de procesador significativos en el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH®.

Paralelamente, al menos un dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® también está configurado para detectar dispositivos y entra en un modo de exploración. El dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® detecta el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® en base a la recepción de paquetes de anuncio. (En un ejemplo, como se indica anteriormente, el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® recibe el valor de ratificación con los paquetes de anuncio. Como se describe a continuación, en otros modos de realización, el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® recibe el valor de ratificación más adelante). En respuesta al anuncio de disponibilidad, el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® transmite una solicitud de exploración al dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH®. El dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® responde a la solicitud de exploración con una respuesta de exploración enviada al dispositivo central habilitado para BLUETOOTH®. En al menos un modo de realización, la respuesta de exploración incluye un valor de ratificación. En base a una selección automatizada o del usuario, el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® selecciona el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® de una lista de "dispositivos detectados" si se han detectado múltiples dispositivos. Tras dicha selección, el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® selecciona el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® para la conexión y transmite una solicitud de conexión al dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH®. Tras recibir y aceptar la solicitud de conexión, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® y el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® establecen una conexión.

Cuando se establece la conexión, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® inicia un "temporizador de ratificación" que mide el tiempo entre la conexión del dispositivo y la recepción de una "clave de ratificación". Más específicamente, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® está configurado para usar el temporizador de ratificación para garantizar que el intervalo de tiempo entre la conexión y la recepción de clave de ratificación no supere un período definido. Por tanto, el tiempo medido refleja el tiempo entre la conexión y la recepción de la "clave de ratificación". Una vez transcurrido el período definido, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® determina que el temporizador de ratificación ha expirado y que la clave de ratificación ya no se puede recibir como una clave de ratificación válida. En el modo de realización de ejemplo, el período definido es de dos segundos y el temporizador de ratificación cuenta hasta que haya expirado el margen de dos segundos. En otros modos de realización, el período definido puede ser más corto o más largo como se defina por el usuario. Sin embargo, el período definido debe ser lo suficientemente largo para permitir que el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® complete la detección de servicio de GATT, complete la detección de característica de GATT, calcule la clave de ratificación y escriba la clave de ratificación en la característica de ratificación de emparejamiento (o característica de clave de ratificación). Estas etapas típicamente tardan 0,5 segundos. El período definido debe superar ese umbral mínimo como se define por el tiempo para completar la detección de servicio de GATT, completar la detección de característica de GATT, calcular la clave de ratificación y escribir la clave de ratificación en la característica de clave de ratificación.

Como se sugiere anteriormente, después de que se inicia el temporizador de ratificación tras la conexión del dispositivo, el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® realiza la detección de servicio de GATT y la detección de característica de GATT para descubrir cómo se definen los servicios y las características del dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH®.

Tras descubrir cómo se definen los servicios y las características de GATT del dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH®, el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® usa un algoritmo de ratificación para procesar el valor de ratificación recibido previamente. El algoritmo de ratificación representa un cálculo que modula el valor de ratificación de una manera definida y predecible para producir una clave de ratificación. Como resultado, la clave de ratificación se produce como una cadena de caracteres que es típicamente similar a (o reproduciblemente diferente de) la forma del valor de ratificación. En un modo de realización de ejemplo, el algoritmo de ratificación es una ecuación que recibe el valor de ratificación como una variable y proporciona un resultado de la clave de ratificación. El algoritmo de ratificación se proporciona previamente al dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® por medio de cualquier medio adecuado, incluyendo actualizaciones de *software*, actualizaciones de soporte lógico inalterable (*firmware*) o comunicaciones entre el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® y los dispositivos de gestión que incluyen, pero no se limitan a, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH®. Además, en el modo de realización de ejemplo, para minimizar el impacto de los recursos en el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH®, el algoritmo de ratificación es típicamente un algoritmo configurado para ejecutarse con poca sobrecarga en el procesador del dispositivo central habilitado para

BLUETOOTH®.

En al menos algunos ejemplos, el algoritmo de ratificación puede variar en base a un tipo o clasificación asociada con el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH®. Por ejemplo, determinados dispositivos centrales habilitados para BLUETOOTH® se pueden definir como asociados con servicios, comunicaciones o información particulares. Por tanto, el algoritmo de ratificación puede ser específico para describir una relación entre un dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® particular y el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH®.

Como se describe a continuación, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® también tiene un algoritmo de ratificación (o algoritmos de ratificación, en caso de que existan múltiples algoritmos de ratificación para múltiples tipos de dispositivos) para realizar las etapas de validación que se describen a continuación.

El dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® envía una solicitud de emparejamiento al dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® para iniciar el proceso de emparejamiento real. En esta etapa, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® comprueba la validez de la clave de ratificación. Específicamente, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® lee la clave de ratificación que se escribió en la característica de clave de ratificación (o característica de ratificación de emparejamiento) y la valida en al menos dos bases. En primer lugar, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® verifica que la clave de ratificación se haya escrito en la característica de clave de ratificación antes de la expiración del temporizador de ratificación. En segundo lugar, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® realiza una comprobación en la propia clave de ratificación. Específicamente, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® procesa el valor de ratificación con un algoritmo de ratificación apropiado para calcular una clave de ratificación de referencia. A continuación, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® compara la clave de ratificación de referencia con la clave de ratificación recibida y confirma que coinciden, validando de este modo que la clave de ratificación coincide con el resultado esperado. Por motivos de seguridad, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® puede eliminar a continuación la clave de ratificación de referencia calculada y la clave de ratificación.

Tras la validación de la clave de ratificación, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® determina que el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® es un dispositivo válido autorizado para el emparejamiento. El canal de comunicaciones está encriptado apropiadamente con BLUETOOTH® y las claves de seguridad se intercambian entre los dispositivos. En consecuencia, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® se empareja con el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH®. El dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® realiza las etapas de configuración y el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® y el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® muestran confirmaciones de emparejamiento en sus pantallas de visualización respectivas. El dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® y el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® completan el proceso de vinculación. A continuación, los dispositivos se pueden comunicar adicionalmente o desconectar.

En algunos ejemplos, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® puede utilizar además el mecanismo de ratificación descrito para la reconexión. Específicamente, cuando el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® intenta reconectarse con el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH®, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® puede enviar una comunicación que incluye un nuevo valor de ratificación. Al igual que el proceso descrito anteriormente, en este ejemplo, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® inicia un temporizador de ratificación tras la reconexión (en lugar de la conexión) y confirma que el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® proporciona una clave de ratificación que se corresponde con el algoritmo de ratificación y el nuevo valor de ratificación dentro del período definido. En algunos ejemplos, el algoritmo de ratificación para la reconexión puede ser distinto del algoritmo de ratificación para el emparejamiento. Como tales, los sistemas descritos proporcionan servicios de autenticación en la reconexión y además garantizan que un dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® no válido o inadecuado no se esté comunicando erróneamente con el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH®.

Como se describe, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® está configurado para actualizar los valores de ratificación proporcionados a los dispositivos centrales habilitados para BLUETOOTH® de modo que los valores de ratificación no se vuelvan estáticos u "obsoletos". El dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® recrea y actualiza los valores de ratificación con regularidad. En el modo de realización de ejemplo, los valores de ratificación se recrean en un intervalo de dos minutos.

En algunos ejemplos, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® puede recibir una clave de ratificación que es oportuna (es decir, recibida antes de la expiración del temporizador de ratificación), pero no válida, porque la clave de ratificación no coincide con la clave de ratificación de referencia calculada. En dichos ejemplos, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® puede determinar que se sospecha que el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® es malicioso o de otro modo no deseable para el emparejamiento. En consecuencia, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® puede emitir un nuevo valor de ratificación para permitir que el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® tenga otra oportunidad de proporcionar con éxito una clave de

ratificación válida. De forma alternativa, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® puede suspender el acceso de emparejamiento para el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH®.

En otros ejemplos, cuando el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® proporciona un valor de ratificación a un dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® (en anuncios o respuestas de exploración), el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® puede no responder. En dichos ejemplos, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® puede proporcionar de forma similar un nuevo valor de ratificación o suspender el acceso de emparejamiento para el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® en base a la falta de respuesta.

En dichos ejemplos en los que el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® proporciona un valor de ratificación que no es válido o en los que el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® no responde dentro del período definido requerido, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® puede mantener la conexión o bien finalizar la conexión. En al menos algunos ejemplos, cuando el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® está configurado para proporcionar un nuevo valor de ratificación, se puede configurar para mantener la conexión para evitar la latencia de interrumpir y reiniciar la conexión.

Un efecto técnico de los sistemas, procedimientos y dispositivos informáticos descritos en el presente documento es habilitar la ratificación del emparejamiento de dispositivos BLUETOOTH® entre dos dispositivos informáticos habilitados para BLUETOOTH® cuando los dispositivos están en presencia de cualquier dispositivo informático habilitado para BLUETOOTH® que de otro modo podría interferir con el emparejamiento de los dispositivos informáticos habilitados para BLUETOOTH®. En consecuencia, la invención descrita mejora el campo técnico de las redes de BLUETOOTH® y las redes inalámbricas en general proporcionando dichas capacidades de emparejamiento mejoradas al reducir la interferencia de dispositivos no deseados. Además, los sistemas, procedimientos y dispositivos descritos permiten que los dispositivos periféricos habilitados para BLUETOOTH® solo se emparejen con dispositivos nuevos aprobados y eviten el emparejamiento con dispositivos no autorizados o previamente emparejados. Además de permitir el emparejamiento con nuevos dispositivos, los sistemas, procedimientos y dispositivos también permiten el restablecimiento del emparejamiento o vinculación con dispositivos centrales habilitados para BLUETOOTH® que han perdido su información de emparejamiento o vinculación.

Un efecto técnico de los sistemas y procedimientos descritos en el presente documento se logra realizando al menos una de las siguientes etapas: (a) anunciar la disponibilidad del dispositivo informático periférico habilitado para BLUETOOTH® para el emparejamiento; (b) recibir una solicitud de exploración de un dispositivo informático central habilitado para BLUETOOTH®; (c) transmitir una respuesta de exploración al dispositivo informático central habilitado para BLUETOOTH® en respuesta a la solicitud de exploración; (d) proporcionar un valor de ratificación al dispositivo informático central habilitado para BLUETOOTH®; (e) recibir una solicitud de conexión del dispositivo informático central habilitado para BLUETOOTH®; (f) establecer una conexión con el dispositivo informático central habilitado para BLUETOOTH®; (g) identificar una clave de ratificación proporcionada por el dispositivo informático central habilitado para BLUETOOTH®, en la que la clave de ratificación se proporciona dentro de una característica de clave de ratificación; (h) validar que la clave de ratificación es válida; (i) emparejarse con el dispositivo informático central habilitado para BLUETOOTH®; (j) proporcionar el valor de ratificación al dispositivo informático central habilitado para BLUETOOTH®, en el que el valor de ratificación está incluido dentro de un conjunto de paquetes de datos enviados cuando se anuncia la disponibilidad del dispositivo informático periférico habilitado para BLUETOOTH®; (k) proporcionar el valor de ratificación al dispositivo informático central habilitado para BLUETOOTH®, en el que el valor de ratificación está incluido dentro de la respuesta de exploración; (l) procesar el valor de ratificación con un algoritmo de ratificación para calcular una clave de ratificación de referencia; (m) validar que la clave de ratificación coincida con la clave de ratificación de referencia; (n) eliminar la clave de ratificación de referencia de la memoria local; (o) identificar un intervalo de temporizador que define el período que el dispositivo informático central habilitado para BLUETOOTH® tiene para responder al valor de ratificación transmitiendo la característica de clave de ratificación que incluye la clave de ratificación; (p) iniciar un temporizador de ratificación tras establecer una conexión con el dispositivo informático central habilitado para BLUETOOTH®; (q) medir un valor de temporizador del temporizador de ratificación cuando la característica de clave de ratificación se proporciona por el dispositivo informático central habilitado para BLUETOOTH®; (r) validar que el valor de temporizador es menor que el intervalo de temporizador; (s) recibir una solicitud de reconexión de un dispositivo informático central habilitado para BLUETOOTH® emparejado previamente; (t) proporcionar un segundo valor de ratificación al dispositivo informático central habilitado para BLUETOOTH®; (u) identificar una segunda clave de ratificación proporcionada por el dispositivo informático central habilitado para BLUETOOTH®, en la que la segunda clave de ratificación se proporciona dentro de una segunda característica de clave de ratificación; (v) validar que la segunda clave de ratificación es válida procesando el segundo valor de ratificación con un algoritmo de ratificación para calcular una segunda clave de ratificación de referencia y validar que la segunda clave de ratificación coincide con la segunda clave de ratificación de referencia; (w) reconectarse con el dispositivo informático central habilitado para BLUETOOTH®; (x) identificar un intervalo de temporizador que define el período que el dispositivo informático central habilitado para BLUETOOTH® tiene para responder al valor de ratificación transmitiendo la característica de clave de ratificación que incluye la clave de ratificación; (y) iniciar un temporizador de ratificación tras establecer una conexión con el dispositivo informático central habilitado para BLUETOOTH®; y

(z) determinar que el valor de temporizador del temporizador de ratificación supera el intervalo de temporizador, y proporcionar un valor de ratificación de reemplazo al dispositivo informático central habilitado para BLUETOOTH®.

Como se usa en el presente documento, el término "procesador" se refiere a unidades centrales de procesamiento, microprocesadores, microcontroladores, circuitos de conjunto de instrucciones reducido (RISC), circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC), circuitos lógicos y cualquier otro circuito o procesador que pueda ejecutar las funciones descritas en el presente documento.

En el presente documento se divulga un procedimiento que incluye recibir y enviar valores de ratificación y claves de ratificación. Dicho valor de ratificación y datos de clave de ratificación (junto con algoritmos de ratificación) se pueden almacenar en cualquier formato en cualquier dispositivo de almacenamiento en comunicación con los dispositivos informáticos habilitados para BLUETOOTH® descritos en el presente documento. Los dispositivos informáticos pueden convertir los datos de dirección de BLUETOOTH® a un formato adecuado para su almacenamiento en la memoria reservada de un dispositivo de comunicación para formar datos de dirección de BLUETOOTH® convertidos. La memoria reservada puede existir en forma del elemento predefinido de la memoria de sólo lectura programable y borrable eléctricamente (EEPROM) del dispositivo. La memoria reservada reside en los dispositivos informáticos y está destinada y reservada para almacenar información de direcciones de dispositivos.

Antes de describir en detalle los modos de realización que están de acuerdo con la presente divulgación, se debe observar que los modos de realización residen principalmente en combinaciones de etapas de procedimiento, elementos de sistema y componentes de dispositivo relacionados con el emparejamiento de dispositivos informáticos habilitados para BLUETOOTH®. En consecuencia, los componentes de dispositivo, los elementos de sistema y las etapas de procedimiento se han representado, cuando corresponde, por símbolos convencionales en los dibujos, que muestran solo aquellos detalles específicos que son pertinentes para entender los modos de realización de la presente divulgación para no oscurecer la divulgación con detalles que serán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica que tengan el beneficio de la descripción del presente documento.

En este documento, los términos relacionales relativos tales como primero y segundo, superior e inferior, y similares, se pueden usar únicamente para distinguir una entidad o acción de otra entidad o acción sin necesariamente requerir o implicar dicha relación u orden real entre dichas entidades o acciones.

Los términos "comprende", "que comprende" o cualquier otra variación de los mismos, pretenden abarcar una inclusión no exclusiva, de modo que un proceso, procedimiento, artículo o dispositivo que comprende una lista de elementos no incluye solo esos elementos, sino que puede incluir otros elementos no enumerados expresamente o inherentes a dicho proceso, procedimiento, artículo o dispositivo. Un elemento precedido por "comprende… un(a)" no excluye, sin más restricciones, la existencia de elementos idénticos adicionales en el proceso, procedimiento, artículo o dispositivo que comprende el elemento.

Se apreciará que los modos de realización de la divulgación descrita en el presente documento pueden comprender uno o más procesadores convencionales e instrucciones de programa almacenadas únicas que controlan el uno o más procesadores para implementar, junto con determinados circuitos distintos de procesador, algunas, la mayoría o todas las funciones de preparación de un dispositivo de comunicaciones móviles para el emparejamiento con un dispositivo BLUETOOTH® descrito en el presente documento. Los circuitos distintos de procesador pueden incluir, pero no se limitan a, un receptor de radio, un transmisor de radio, controladores de señal, circuitos de reloj, circuitos de fuente de alimentación y dispositivos de entrada de usuario. Como tales, estas funciones se pueden interpretar como etapas de un procedimiento para realizar la preparación de un dispositivo informático habilitado para BLUETOOTH® para el emparejamiento con otro dispositivo habilitado para BLUETOOTH®. De forma alternativa, algunas o todas las funciones se podrían implementar por una máquina de estados que no tenga instrucciones de programa almacenadas, o en uno o más circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC), en los que cada función o algunas combinaciones de determinadas funciones se implementen como lógica personalizada. Por supuesto, se podría usar una combinación de los dos enfoques. Por tanto, en el presente documento se han descrito procedimientos y medios para estas funciones.

Además, se espera que un experto en la técnica, a pesar de un esfuerzo posiblemente significativo y muchas opciones de diseño motivadas por, por ejemplo, el tiempo disponible, la tecnología actual y las consideraciones económicas, cuando se guíe por los conceptos y principios divulgados en el presente documento, será fácilmente capaz de generar dichas instrucciones y programas de *software* y CI con una experimentación mínima.

La fig. 1 ilustra una configuración 100 ejemplar de un dispositivo informático habilitado para BLUETOOTH®. Específicamente, la fig. 1 ilustra una configuración 100 ejemplar de un dispositivo informático habilitado para BLUETOOTH® 110 manejado por un usuario 111 de acuerdo con un modo de realización de la presente divulgación. El dispositivo informático habilitado para BLUETOOTH® 110 puede incluir, pero no se limita a, dispositivos informáticos móviles, dispositivos informáticos estacionarios, dispositivos periféricos informáticos, teléfonos inteligentes, dispositivos informáticos portátiles, dispositivos informáticos médicos y dispositivos informáticos vehiculares. De forma alternativa, el dispositivo informático habilitado para BLUETOOTH® 110 puede

ser cualquier dispositivo informático que se pueda emparejar con BLUETOOTH® descrito en el presente documento. En algunas variaciones, las características de los componentes descritos pueden ser más o menos avanzadas, rudimentarias o no funcionales.

En el modo de realización ejemplar, el dispositivo informático habilitado para BLUETOOTH® 110 incluye un procesador 120 para ejecutar instrucciones. En algunos modos de realización, las instrucciones ejecutables se almacenan en un área de memoria 130. El procesador 120 puede incluir una o más unidades de procesamiento, por ejemplo, una configuración de múltiples núcleos. El área de memoria 130 es cualquier dispositivo que permita almacenar y recuperar información tal como instrucciones ejecutables y/o trabajos escritos. El área de memoria 130 puede incluir uno o más medios legibles por ordenador.

El dispositivo informático habilitado para BLUETOOTH® 110 también incluye al menos un componente de entrada/salida 140 para recibir información de y proporcionar información al usuario 111. En algunos ejemplos, el componente de entrada/salida 140 puede ser de funcionalidad limitada o no funcional, como en el caso de algunos dispositivos informáticos portátiles. En otros ejemplos, el componente de entrada/salida 140 es cualquier componente que puede transmitir información a o recibir información del usuario 111. En algunos modos de realización, el componente de entrada/salida 140 incluye un adaptador de salida tal como un adaptador de vídeo y/o un adaptador de audio. El componente de entrada/salida 140 puede incluir de forma alternativa un dispositivo de salida tal como un dispositivo de pantalla, una pantalla de cristal líquido (LCD), una pantalla de diodo orgánico emisor de luz (OLED), una pantalla de "tinta electrónica", un dispositivo de salida de audio, un altavoz o auriculares. El componente de entrada/salida 140 también puede incluir cualquier dispositivo, módulo o estructura para recibir entradas del usuario 111. Por lo tanto, el componente de entrada/salida 140 puede incluir, por ejemplo, un teclado, un dispositivo señalador, un ratón, un lápiz óptico, un panel sensible al tacto, un panel táctil, una pantalla táctil, un giroscopio, un acelerómetro, un detector de posición o un dispositivo de entrada de audio. Un único componente tal como una pantalla táctil puede funcionar como un dispositivo tanto de entrada como de salida del componente de entrada/salida 140. El componente de entrada/salida 140 puede incluir además múltiples subcomponentes para llevar a cabo funciones de entrada y salida.

El dispositivo informático habilitado para BLUETOOTH® 110 también puede incluir una interfaz de comunicaciones 150, que se puede acoplar de forma comunicativa a un dispositivo remoto tal como un dispositivo informático remoto, un servidor remoto o cualquier otro sistema adecuado. La interfaz de comunicación 150 puede incluir, por ejemplo, un adaptador de red alámbrico o inalámbrico o un transceptor de datos inalámbrico para su uso con una red de telefonía móvil, sistema global para comunicaciones móviles (GSM), 3G, 4G u otra red de datos móviles o interoperabilidad mundial para acceso por microondas (WIMAX).

La interfaz de comunicaciones 150 incluye además un transceptor de BLUETOOTH® o una interfaz BLUETOOTH® 160. La interfaz BLUETOOTH® 160 puede completar las etapas de emparejamiento, vinculación, sincronización y desemparejamiento descritas en el presente documento, así como transmitir comunicaciones con otros dispositivos. En consecuencia, la interfaz BLUETOOTH® 160 se puede usar para permitir que el dispositivo informático habilitado para BLUETOOTH® 110 se comunique con cualquier otro dispositivo BLUETOOTH® 170.

En general, los dispositivos habilitados para BLUETOOTH® establecen la conexión y las comunicaciones de la siguiente manera. Un primer dispositivo ("un dispositivo de anuncio") se coloca en modo de emparejamiento y anuncia su disponibilidad por medio de un paquete de anuncio (o una consulta de difusión). El paquete de anuncio contiene un identificador de dispositivo. Otros dispositivos ("dispositivos de exploración") también se pueden colocar en modo de emparejamiento y realizar una exploración para detectar dispositivos disponibles. Los dispositivos de exploración realizan una exploración enviando solicitudes de exploración. En este ejemplo, las solicitudes de exploración detectan mensajes de anuncios enviados por medio de consultas de difusión tales como el paquete de anuncio enviado por el dispositivo de anuncio. (Opcionalmente, los dispositivos de exploración pueden enviar solicitudes de exploración directamente a los dispositivos de anuncio con los que intentan emparejarse. Los dispositivos de anuncio pueden responder al dispositivo de exploración con una respuesta de exploración, lo que indica la disposición a emparejarse). A continuación, el dispositivo de exploración envía una solicitud de conexión al dispositivo de anuncio. Los dispositivos de anuncio pueden aceptar una solicitud de conexión y crear una conexión con el dispositivo de exploración. Una vez que se establece una conexión, se abre un canal de comunicación entre los dispositivos de anuncio y exploración. El dispositivo de exploración envía una solicitud de emparejamiento al dispositivo de anuncio que responde con una respuesta de emparejamiento. La respuesta de emparejamiento incluye una dirección de dispositivo específica. Finalmente, el dispositivo de exploración completa el emparejamiento usando la dirección de dispositivo específica. En este punto, el dispositivo de exploración y el dispositivo de anuncio han establecido un emparejamiento que se puede usar para la reconexión. Pueden continuar las comunicaciones o desconectarse con posibilidad de reconexión posterior.

En referencia a la fig. 2, se muestra un diagrama de flujo 200 que representa las etapas realizadas por el dispositivo informático habilitado para BLUETOOTH® de la fig. 1 para realizar la ratificación del emparejamiento entre los dispositivos. Inicialmente, el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® selecciona 202 un elemento de menú para detectar dispositivos e identificar dispositivos informáticos habilitados para BLUETOOTH® potenciales que están disponibles para el emparejamiento y la comunicación. El dispositivo central habilitado para

BLUETOOTH® entra 204 además en el modo de exploración. El dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® selecciona entrar 206 en el modo de emparejamiento. El dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® anuncia 208 la disponibilidad para el emparejamiento transmitiendo paquetes de datos de anuncio. El dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® puede anunciar la disponibilidad para el emparejamiento en un modo limitado o uno general. Además, en algunos ejemplos, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® transmite un valor de ratificación a los dispositivos centrales habilitados para BLUETOOTH® receptores.

El dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® envía 210 una solicitud de exploración y el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® contesta 212 con una respuesta de exploración. En algunos ejemplos, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® contesta 212 incluyendo el valor de ratificación en la respuesta de exploración. Tras recibir la respuesta de exploración, el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® selecciona 214 el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® de una lista de dispositivos si se encuentran múltiples dispositivos en la exploración. El dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® envía 216 además una solicitud de conexión al dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® para iniciar una conexión de BLUETOOTH® 218. Tras la conexión 218, el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® realiza la detección de servicio de GATT 220 y la detección de característica de GATT 222 para descubrir las características y los servicios disponibles del dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH®.

Como se describe en el presente documento, los dispositivos centrales habilitados para BLUETOOTH® autorizados se preparan para procesar el valor de ratificación en una clave de ratificación usando un algoritmo de ratificación. El dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® calcula la clave de ratificación usando el algoritmo de ratificación en el valor de ratificación y escribe la clave de ratificación 224 en la característica de clave de ratificación (o la característica de ratificación de emparejamiento). El dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® envía 226 una solicitud de emparejamiento al dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® e inicia el emparejamiento.

El dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® realiza un proceso de validación para validar que la clave de ratificación escrita en la característica de clave de ratificación es válida, como se describe en la fig. 3. Específicamente, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® valida (1) que la clave de ratificación se escribió en la característica de clave de ratificación antes de que expirara el temporizador de ratificación y (2) que la clave de ratificación se procesó apropiadamente como se esperaba por el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH®. Tras dicha validación, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® envía 228 una respuesta de emparejamiento al dispositivo central habilitado para BLUETOOTH®. Los dispositivos comienzan a usar un canal de comunicaciones BLUETOOTH® encriptado 230 y se intercambian 232 las claves de seguridad entre el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® y el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH®. A continuación, los dispositivos completan el emparejamiento 234, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® está configurado 236, y los dispositivos informáticos habilitados para BLUETOOTH® confirman el emparejamiento en sus pantallas 238 y 240 respectivas, completando la vinculación 250.

En referencia a la fig. 3, se muestra un diagrama de flujo 300 que representa las etapas realizadas por el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® para realizar la ratificación del emparejamiento con el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH®. Inicialmente, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® se ajusta para entrar en un modo de emparejamiento 305 y anuncia la disponibilidad 310 como disponibilidad limitada o general. El dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® puede proporcionar simultáneamente un valor de ratificación con el anuncio 310. El dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® recibe una solicitud de exploración 315 de un dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® y responde con una respuesta de exploración 320. En algunos ejemplos, el valor de ratificación se proporciona con la respuesta de exploración 320. Tras la recepción de una solicitud de conexión del dispositivo central habilitado para BLUETOOTH®, se establece 325 una conexión y el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® inicia un temporizador de ratificación simultáneamente 330.

El dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® inicia un proceso de validación, como se muestra en la fig. 3, en las etapas de validación 340, 350 y 360. El dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® realiza una comprobación 340 para determinar si se ha recibido una clave de ratificación. El dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® también realiza una comprobación 350 para determinar si el temporizador de ratificación ya ha expirado en el momento en que se produjo la comprobación 340. Si las comprobaciones 340 y 350 se completan con éxito (con valores de "SÍ" y "NO", respectivamente), el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® realiza una comprobación 360 para determinar si la clave de ratificación es válida. El uso de las etapas de validación 340, 350 y 360 en el proceso de emparejamiento se explica a continuación.

El dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® realiza una comprobación 340 y determina si se ha recibido o no se ha recibido una clave de ratificación. Si la comprobación 340 determina que no se ha recibido ninguna clave de ratificación, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® realiza una comprobación 350 para determinar si el temporizador de ratificación ha expirado o no ha expirado. Si el temporizador de ratificación no ha expirado, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® está configurado para continuar esperando y

comprobando 340 hasta que expire el temporizador de ratificación. Por tanto, si se determina que la comprobación 340 es "NO" (lo que indica que no se ha recibido ninguna clave de ratificación) y se determina que la comprobación 350 es "NO" (lo que indica que el temporizador de ratificación no ha expirado), el proceso de validación se reinicia y regresa a la comprobación 340.

Si se determina que la comprobación 340 es "NO" (lo que indica que no se ha recibido ninguna clave de ratificación) y se determina que la comprobación 350 es "SÍ" (lo que indica que el temporizador de ratificación ha expirado), el proceso de validación finaliza sin emparejamiento porque no se ha recibido ninguna clave de ratificación dentro del margen del temporizador de ratificación. En dichos casos, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® se desconecta 390 del dispositivo central habilitado para BLUETOOTH®.

Si se determina que la comprobación 340 es "SÍ" (lo que indica que se ha recibido una clave de ratificación), el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® realiza una comprobación 350 y determina si la clave de ratificación se recibió antes de que expirara el temporizador de ratificación. Cuando se determina que la comprobación 340 es "SÍ" (lo que indica que se recibió una clave de ratificación) y se determina que la comprobación 350 es "SÍ" (lo que indica que el temporizador de ratificación expiró antes de que se recibiera la clave de ratificación), el proceso de validación finaliza sin emparejamiento porque la clave de ratificación se recibió después del margen del temporizador de ratificación. En dichos casos, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® se desconecta 390 del dispositivo central habilitado para BLUETOOTH®.

Cuando se determina que la comprobación 340 es "SÍ" (lo que indica que se recibió una clave de ratificación) y se determina que la comprobación 350 es "NO" (lo que indica que el temporizador de ratificación no había expirado antes de que se recibiera la clave de ratificación), el proceso de validación continúa y el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® comprueba 360 si la clave de ratificación es válida o correcta. Si se determina que la comprobación 340 es "SÍ" (lo que indica que se recibió una clave de ratificación), se determina que la comprobación 350 es "NO" (lo que indica que la clave de ratificación se recibió antes de que expirara el temporizador de ratificación) y se determina que la comprobación 360 es "SÍ" (lo que indica que la clave de ratificación es válida), el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® se empareja con el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® y se completa 380 el proceso de emparejamiento.

Sin embargo, si se determina que la comprobación 340 es "SÍ" (lo que indica que se recibió una clave de ratificación), se determina que la comprobación 350 es "NO" (lo que indica que la clave de ratificación se recibió antes de que expirara el temporizador de ratificación) y se determina que la comprobación 360 es "NO" (lo que indica que la clave de ratificación no es válida), el proceso de validación finaliza sin emparejamiento porque no se recibió ninguna clave de ratificación válida dentro del margen del temporizador de ratificación. En dichos casos, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® se desconecta 390.

Como se describe en el presente documento, la comprobación 340 incluye determinar si se ha actualizado la característica de clave de ratificación por el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH®, indicando de este modo que se recibió una clave de ratificación. Como se describe en el presente documento, la comprobación 350 incluye determinar si ha pasado un período de tiempo definido antes de que se recibiera la clave de ratificación, lo que indica que el temporizador de ratificación expiró antes de que se recibiera la clave de ratificación. En el modo de realización de ejemplo, el período definido es de dos segundos. En otros ejemplos, el período definido puede ser más corto o más largo, dependiendo de los objetivos para el emparejamiento de dispositivos en la configuración del dispositivo. Además, como se describe en el presente documento, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® realiza una comprobación 360 para ver si la clave de ratificación es correcta (o válida). Como se describe, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® procesa el valor de ratificación para crear una clave de ratificación de referencia y compara la clave de ratificación recibida con la clave de ratificación de referencia. Si la clave de ratificación se recibe antes de que expire el temporizador de ratificación, el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® compara la clave de ratificación de referencia con la clave de ratificación recibida. Si la clave de ratificación recibida coincide con la clave de ratificación de referencia, se pasa la comprobación 360 (con un valor de "SÍ") y se determina que la clave de ratificación es válida, entonces se completa el emparejamiento 380 del dispositivo.

En referencia a la fig. 4, se muestra un diagrama de flujo 400 que representa las etapas realizadas por el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® para realizar la ratificación del emparejamiento con el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH®. El dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® se ajusta 410 en modo de detección y detecta 415 el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH®. El dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® envía 420 una solicitud de exploración y recibe 425 una respuesta de exploración del dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH®. Como se describe, el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® puede recibir un valor de ratificación en 1) paquetes de anuncio recibidos durante la detección del dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® o bien 2) la respuesta de exploración. En consecuencia, el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® realiza una comprobación 430 para determinar si recibió un valor de ratificación. Si el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® no recibe un valor de ratificación, el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® no se conecta 432 al dispositivo periférico.

Si el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® recibe un valor de ratificación, continúa con el proceso de emparejamiento estableciendo una conexión 435 y realizando la detección de servicio y característica de GATT 440. En base a la detección 440 y un algoritmo de ratificación, el dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® calcula una clave de ratificación a partir del valor de ratificación y escribe la clave de ratificación 450 en una característica de clave de ratificación. El dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® envía una solicitud de emparejamiento 460 al dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH® y, si se valida la clave de ratificación por el dispositivo periférico habilitado para BLUETOOTH®, comienza el emparejamiento. El dispositivo central habilitado para BLUETOOTH® completa el emparejamiento 470.

La fig. 5 es un diagrama 500 de componentes de uno o más dispositivos informáticos de ejemplo que se pueden usar en los procedimientos mostrados en las figs. 2, 3 y 4. En algunos modos de realización, el dispositivo informático 510 es similar al dispositivo informático habilitado para BLUETOOTH® 110.

El almacén de datos 520 se puede almacenar en la memoria 130 (mostrada en la fig. 1) o en cualquier otra localización adecuada. El almacén de datos 520 se puede acoplar con varios componentes separados 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518 y 519 dentro del dispositivo informático 510, que realizan tareas específicas.

En este modo de realización, el almacén de datos 520 incluye un valor de ratificación 521 (que se recicla por períodos), un algoritmo de ratificación 522 (que se puede subdividir y ser específico para los tipos de dispositivos centrales habilitados para BLUETOOTH®), un procedimiento de validación de ratificación 523 y un procedimiento de temporizador de ratificación 524.

El dispositivo informático 510 también incluye un componente de anuncio 511 para anunciar la disponibilidad del dispositivo informático periférico habilitado para BLUETOOTH® para el emparejamiento, un componente de recepción 512 para recibir una solicitud de exploración de un dispositivo informático central habilitado para BLUETOOTH®, un componente de transmisión 513 para transmitir una respuesta de exploración al dispositivo informático central habilitado para BLUETOOTH® en respuesta a la solicitud de exploración, un componente de provisión 514 para proporcionar un valor de ratificación al dispositivo informático central habilitado para BLUETOOTH®, un componente de recepción 515 para recibir una solicitud de conexión del dispositivo informático central habilitado para BLUETOOTH®, un componente de conexión 516 para establecer una conexión con el dispositivo informático central habilitado para BLUETOOTH®, un componente de identificación 517 para identificar una clave de ratificación proporcionada por el dispositivo informático central habilitado para BLUETOOTH®, en el que la clave de ratificación se proporciona dentro de una característica de clave de ratificación, un componente de validación 518 para validar que la clave de ratificación es válida, y un componente de emparejamiento 519 para el emparejamiento con el dispositivo informático central habilitado para BLUETOOTH®.

Como se apreciará en base a la memoria descriptiva anterior, los modos de realización descritos anteriormente de la divulgación se pueden implementar usando técnicas de ingeniería o programación informática que incluyen *software* informático, soporte lógico inalterable (*firmware*), *hardware* o cualquier combinación o subconjunto de los mismos. Cualquier programa resultante, que tenga medios de código legibles por ordenador, se puede incorporar o proporcionar dentro de uno o más medios legibles por ordenador, fabricando de este modo un producto de programa informático, es decir, un artículo de fabricación, de acuerdo con los modos de realización analizados de la divulgación. Los medios legibles por ordenador de ejemplo pueden ser, pero no se limitan a, una unidad de memoria *flash*, disco versátil digital (DVD), disco compacto (CD), disco (duro) fijo, disquete, disco óptico, cinta magnética, memoria semiconductora tal como memoria de solo lectura (ROM) y/o cualquier medio de transmisión/recepción tal como Internet u otra red o enlace de comunicación. A modo de ejemplo y no de limitación, los medios legibles por ordenador comprenden medios de almacenamiento y medios de comunicación legibles por ordenador. Los medios de almacenamiento legibles por ordenador son tangibles y no transitorios y almacenan información tal como instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos de programa y otros datos. Los medios de comunicación, por el contrario, incorporan típicamente instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos de programa u otros datos en una señal modulada transitoria, tal como una onda portadora u otro mecanismo de transporte e incluyen cualquier medio de entrega de información. Las combinaciones de cualquiera de lo anterior también se incluyen en el alcance de los medios legibles por ordenador. El artículo de fabricación que contiene el código informático se puede fabricar y/o usar ejecutando el código directamente desde un medio, copiando el código de un medio a otro medio o transmitiendo el código a través de una red.

Listado de números de referencia

100 Configuración

110 Dispositivo informático habilitado para BLUETOOTH®

111 Usuario

120 Procesador

130 Área de memoria

140 Componente de entrada/salida

150 Interfaz de comunicación

160 Interfaz BLUETOOTH®

170 Dispositivos BLUETOOTH® adicionales

200 Diagrama de flujo

202 Seleccionar elemento de menú para detectar dispositivos

204 El dispositivo central entra en modo de exploración

206 El usuario selecciona el modo de emparejamiento

208 El periférico anuncia en modo detectable

210 El dispositivo central envía solicitud de exploración

212 El periférico responde con respuesta de exploración

214 El usuario selecciona el periférico de la lista de dispositivos detectados

216 El central envía solicitud de conexión al periférico

218 Conexión establecida

220 Detección de servicio de GATT

222 Detección de característica de GATT

224 El central calcula y escribe la clave de ratificación

226 El central envía solicitud de emparejamiento

228 El periférico envía respuesta de emparejamiento

230 El canal está encriptado

232 Claves de seguridad intercambiadas

234 Emparejamiento completo

236 Configuración de periférico

238 El central presenta la confirmación de emparejamiento

240 El periférico presenta la confirmación de emparejamiento

250 Vinculación de dispositivos completa

300 Diagrama de flujo

305 El periférico está en modo de emparejamiento

310 El periférico anuncia en modo detectable

315 El periférico recibe solicitud de exploración

320 El periférico responde con respuesta de exploración

325 Conexión establecida

330 El periférico inicia el temporizador de ratificación

340 ¿Se ha recibido la clave de ratificación?

350 ¿Ha expirado ya el temporizador?

360 ¿Es correcta la clave de ratificación?

380 Emparejamiento completo

390 Desconectar

400 Diagrama de flujo

410 Dispositivo central en modo detección

415 El dispositivo central detecta el dispositivo periférico

420 El dispositivo central envía solicitud de exploración

425 El dispositivo central recibe respuesta de exploración

430 ¿Envió el dispositivo periférico el valor de ratificación?

432 El dispositivo central no se conecta al dispositivo periférico

435 Conexión establecida

440 El dispositivo central detecta los servicios y las características de GATT

450 El dispositivo central calcula la clave de ratificación y escribe la clave de ratificación

460 El dispositivo central envía la solicitud de emparejamiento al dispositivo periférico

470 Emparejamiento completo

500 Diagrama

510 Dispositivo informático

511 Componente de anuncio

512 Componente de recepción

513 Componente de transmisión

514 Componente de provisión

515 Componente de recepción

516 Componente de conexión

517 Componente de identificación

518 Componente de validación

519 Componente de emparejamiento

520 Almacén de datos

521 Valor de ratificación

522 Algoritmo de ratificación

523 Validación de ratificación

524 Temporizador de ratificación

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para ratificar un emparejamiento de dispositivos habilitados para Bluetooth realizado por un dispositivo informático periférico habilitado para Bluetooth (170), comprendiendo el procedimiento:

a) anunciar la disponibilidad del dispositivo informático periférico habilitado para Bluetooth (170) para el emparejamiento;

b) recibir una solicitud de exploración de un dispositivo informático central habilitado para Bluetooth (110);

c) transmitir una respuesta de exploración al dispositivo informático central habilitado para Bluetooth (110) en respuesta a la solicitud de exploración;

d) proporcionar un valor de ratificación (521) al dispositivo informático central habilitado para Bluetooth (110), en el que el valor de ratificación (521) está incluido dentro de la respuesta de exploración;

e) recibir una solicitud de conexión del dispositivo informático central habilitado para Bluetooth (110);

f) establecer una conexión con el dispositivo informático central habilitado para Bluetooth (110);

g) identificar una clave de ratificación proporcionada por el dispositivo informático central habilitado para Bluetooth (110), en la que

- la clave de ratificación se proporciona dentro de una característica de clave de ratificación, y

- un algoritmo de ratificación (522) modula el valor de ratificación (521) de manera definida para producir la clave de ratificación;

h) validar que la clave de ratificación es válida, en el que validar que la clave de ratificación es válida comprende:

- procesar el valor de ratificación (521) con el algoritmo de ratificación (522) para calcular una clave de ratificación de referencia, y

- validar que la clave de ratificación coincida con la clave de ratificación de referencia; y

i) emparejarse con el dispositivo informático central habilitado para Bluetooth (110).

2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además eliminar la clave de ratificación de referencia de la memoria local.

3. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que validar que la clave de ratificación es válida comprende además:

- identificar un intervalo de temporizador que define el período que el dispositivo informático central habilitado para Bluetooth (110) tiene para responder al valor de ratificación (521) transmitiendo la característica de clave de ratificación que incluye la clave de ratificación;

- iniciar un temporizador de ratificación (524) tras establecer una conexión con el dispositivo informático central habilitado para Bluetooth (110);

- medir un valor de temporizador del temporizador de ratificación (524) cuando la característica de clave de ratificación se proporciona por el dispositivo informático central habilitado para Bluetooth (110); y

- validar que el valor de temporizador es menor que el intervalo de temporizador.

4. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:

j) recibir una solicitud de reconexión de un dispositivo informático central habilitado para Bluetooth (110) emparejado previamente;

k) proporcionar un segundo valor de ratificación (521) al dispositivo informático central habilitado para Bluetooth (110);

l) identificar una segunda clave de ratificación proporcionada por el dispositivo informático central habilitado para Bluetooth (110), en la que la segunda clave de ratificación se proporciona dentro de una segunda característica de clave de ratificación;

m) validar que la segunda clave de ratificación es válida procesando el segundo valor de ratificación (521) con un algoritmo de ratificación (522) para calcular una segunda clave de ratificación de referencia y validar que la segunda clave de ratificación coincide con la segunda clave de ratificación de referencia; y

n) reconectarse con el dispositivo informático central habilitado para Bluetooth (110).

5. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:

- identificar un intervalo de temporizador que define el período que el dispositivo informático central habilitado para Bluetooth (110) tiene para responder al valor de ratificación (521) transmitiendo la característica de clave de ratificación que incluye la clave de ratificación;

- iniciar un temporizador de ratificación (524) tras establecer una conexión con el dispositivo informático central habilitado para Bluetooth (110);

- determinar que el valor de temporizador del temporizador de ratificación (524) supera el intervalo de temporizador; y

- proporcionar un valor de ratificación de reemplazo (521) al dispositivo informático central habilitado para Bluetooth (110).

6. Un sistema para ratificar un emparejamiento de dispositivos habilitados para Bluetooth, comprendiendo el sistema:

- un dispositivo informático periférico habilitado para Bluetooth (170) que comprende un primer procesador, una primera memoria y un primer transceptor; y

- un dispositivo informático central habilitado para Bluetooth que comprende un segundo procesador (120), una segunda memoria (130) y un segundo transceptor,

en el que dicho primer procesador está configurado para:

a) anunciar la disponibilidad del dispositivo informático periférico habilitado para Bluetooth (170) para el emparejamiento;

b) recibir una solicitud de exploración del dispositivo informático central habilitado para Bluetooth (110);

c) transmitir una respuesta de exploración al dispositivo informático central habilitado para Bluetooth (110) en respuesta a la solicitud de exploración;

d) proporcionar un valor de ratificación (521) al dispositivo informático central habilitado para Bluetooth (110), en el que el valor de ratificación (521) está incluido dentro de la respuesta de exploración;

e) recibir una solicitud de conexión del dispositivo informático central habilitado para Bluetooth (110);

f) establecer una conexión con el dispositivo informático central habilitado para Bluetooth (110);

g) identificar una clave de ratificación proporcionada por el dispositivo informático central habilitado para Bluetooth (110), en la que

- la clave de ratificación se proporciona dentro de una característica de clave de ratificación, y

- un algoritmo de ratificación (522) modula el valor de ratificación (521) de manera definida para producir la clave de ratificación;

h) validar que la clave de ratificación es válida, en el que validar que la clave de ratificación es válida comprende:

- procesar el valor de ratificación (521) con el algoritmo de ratificación (522) para calcular una clave de ratificación de referencia, y

- validar que la clave de ratificación coincida con la clave de ratificación de referencia; y

i) emparejarse con el dispositivo informático central habilitado para Bluetooth (110).

7. El sistema de la reivindicación 6, en el que dicho primer procesador está configurado además para:

- eliminar la clave de ratificación de referencia de la memoria local.

8. El sistema de la reivindicación 6, en el que dicho primer procesador está configurado además para:

- identificar un intervalo de temporizador que define el período que el dispositivo informático central habilitado para Bluetooth (110) tiene para responder al valor de ratificación (521) transmitiendo la característica de clave de ratificación que incluye la clave de ratificación;

- iniciar un temporizador de ratificación (524) tras establecer una conexión con el dispositivo informático central habilitado para Bluetooth (110);

- medir un valor de temporizador del temporizador de ratificación (524) cuando la característica de clave de ratificación se proporciona por el dispositivo informático central habilitado para Bluetooth (110); y

- validar que el valor de temporizador es menor que el intervalo de temporizador.

9. El sistema de la reivindicación 6, en el que dicho primer procesador está configurado además para:

j) recibir una solicitud de reconexión de un dispositivo informático central habilitado para Bluetooth (110) emparejado previamente;

k) proporcionar un segundo valor de ratificación (521) al dispositivo informático central habilitado para Bluetooth (110);

l) identificar una segunda clave de ratificación proporcionada por el dispositivo informático central habilitado para Bluetooth (110), en la que la segunda clave de ratificación se proporciona dentro de una segunda característica de clave de ratificación;

m) validar que la segunda clave de ratificación es válida procesando el segundo valor de ratificación (521) con un algoritmo de ratificación (522) para calcular una segunda clave de ratificación de referencia y validar que la segunda clave de ratificación coincide con la segunda clave de ratificación de referencia; y

n) reconectarse con el dispositivo informático central habilitado para Bluetooth (110).

10. El sistema de la reivindicación 6, en el que el primer procesador está configurado además para:

- identificar un intervalo de temporizador que define el período que el dispositivo informático central habilitado para Bluetooth (110) tiene para responder al valor de ratificación (521) transmitiendo la característica de clave de ratificación que incluye la clave de ratificación;

- iniciar un temporizador de ratificación (524) tras establecer una conexión con el dispositivo informático central habilitado para Bluetooth (110);

- determinar que el valor de temporizador del temporizador de ratificación (524) supera el intervalo de temporizador; y

- proporcionar un valor de ratificación de reemplazo (521) al dispositivo informático central habilitado para Bluetooth (110).

FIG. 1

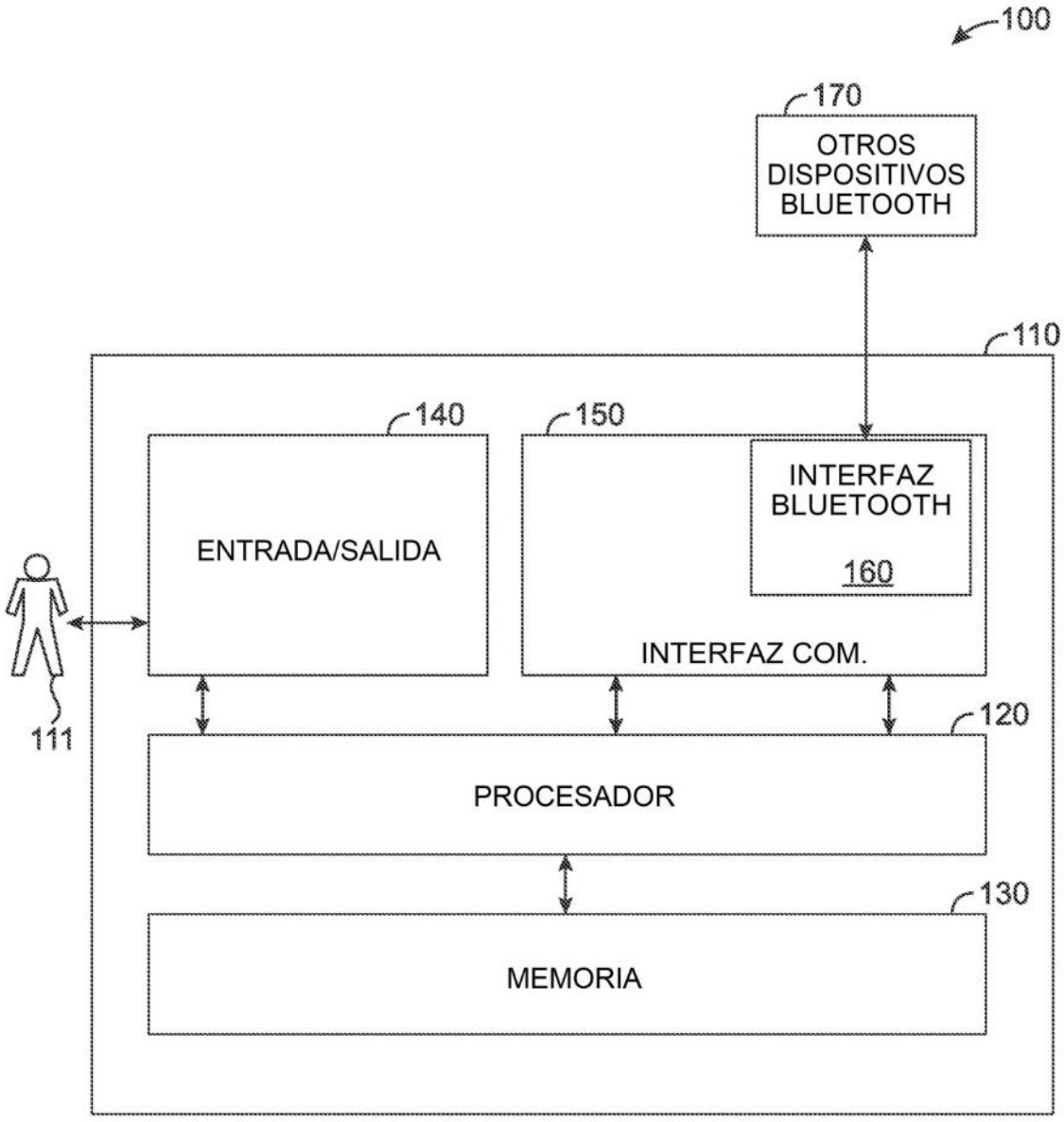

100
170
OTROS DISPOSITIVOS BLUETOOTH
110
140
150
ENTRADA/SALIDA
INTERFAZ BLUETOOTH
160
INTERFAZ COM.
111
120
PROCESADOR
130
MEMORIA

FIG. 2

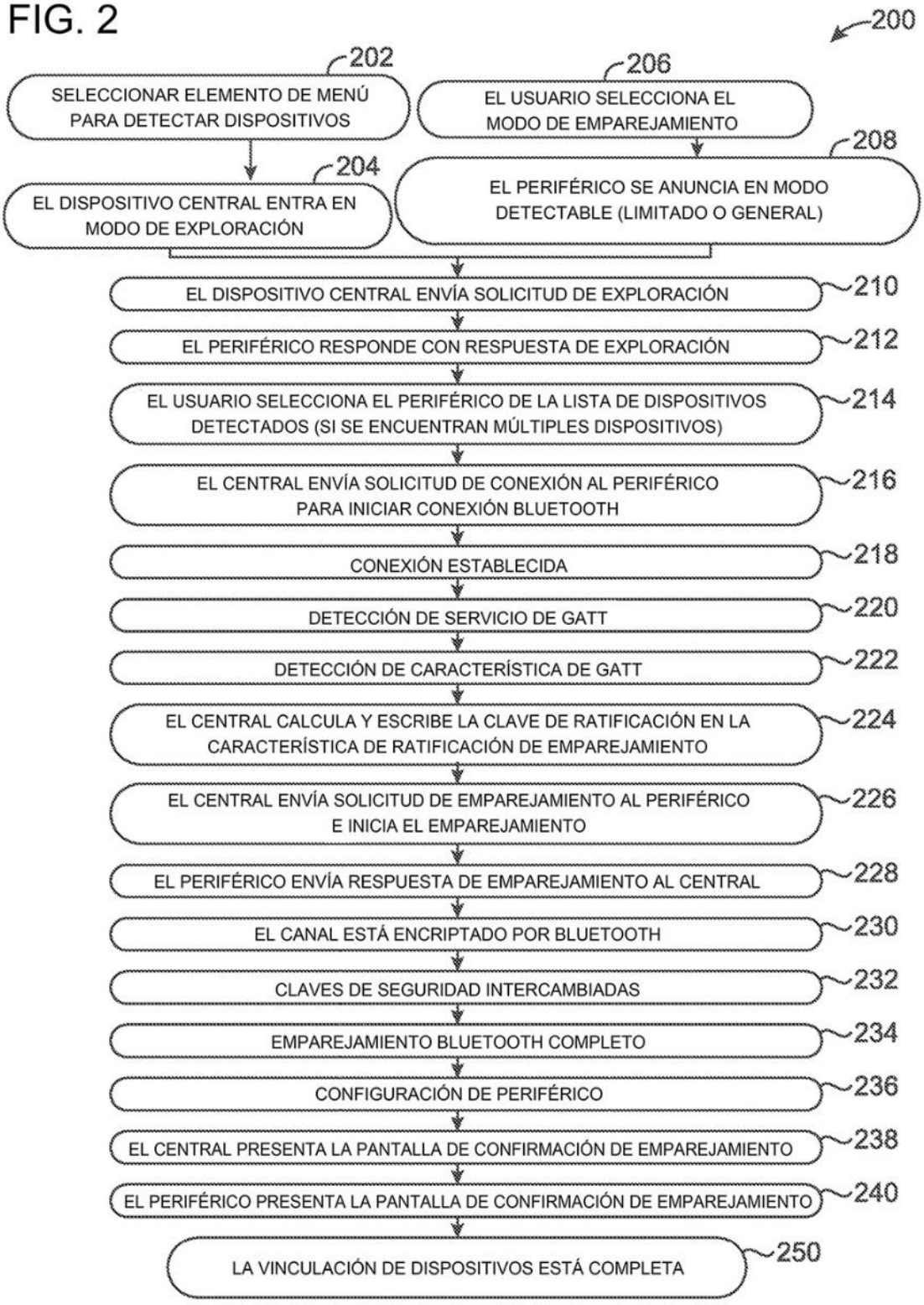

200
202
SELECCIONAR ELEMENTO DE MENÚ PARA DETECTAR DISPOSITIVOS
206
EL USUARIO SELECCIONA EL MODO DE EMPAREJAMIENTO
208
EL PERIFÉRICO SE ANUNCIA EN MODO DETECTABLE (LIMITADO O GENERAL)
204
EL DISPOSITIVO CENTRAL ENTRA EN MODO DE EXPLORACIÓN
EL DISPOSITIVO CENTRAL ENVÍA SOLICITUD DE EXPLORACIÓN
210
EL PERIFÉRICO RESPONDE CON RESPUESTA DE EXPLORACIÓN
212
EL USUARIO SELECCIONA EL PERIFÉRICO DE LA LISTA DE DISPOSITIVOS DETECTADOS (SI SE ENCUENTRAN MÚLTIPLES DISPOSITIVOS)
214
EL CENTRAL ENVÍA SOLICITUD DE CONEXIÓN AL PERIFÉRICO PARA INICIAR CONEXIÓN BLUETOOTH
216
CONEXIÓN ESTABLECIDA
218
DETECCIÓN DE SERVICIO DE GATT
220
DETECCIÓN DE CARACTERÍSTICA DE GATT
222
EL CENTRAL CALCULA Y ESCRIBE LA CLAVE DE RATIFICACIÓN EN LA CARACTERÍSTICA DE RATIFICACIÓN DE EMPAREJAMIENTO
224
EL CENTRAL ENVÍA SOLICITUD DE EMPAREJAMIENTO AL PERIFÉRICO E INICIA EL EMPAREJAMIENTO
226
EL PERIFÉRICO ENVÍA RESPUESTA DE EMPAREJAMIENTO AL CENTRAL
228
EL CANAL ESTÁ ENCRIPTADO POR BLUETOOTH
230
CLAVES DE SEGURIDAD INTERCAMBIADAS
232
EMPAREJAMIENTO BLUETOOTH COMPLETO
234
CONFIGURACIÓN DE PERIFÉRICO
236
EL CENTRAL PRESENTA LA PANTALLA DE CONFIRMACIÓN DE EMPAREJAMIENTO
238
EL PERIFÉRICO PRESENTA LA PANTALLA DE CONFIRMACIÓN DE EMPAREJAMIENTO
240
LA VINCULACIÓN DE DISPOSITIVOS ESTÁ COMPLETA
250

FIG. 3

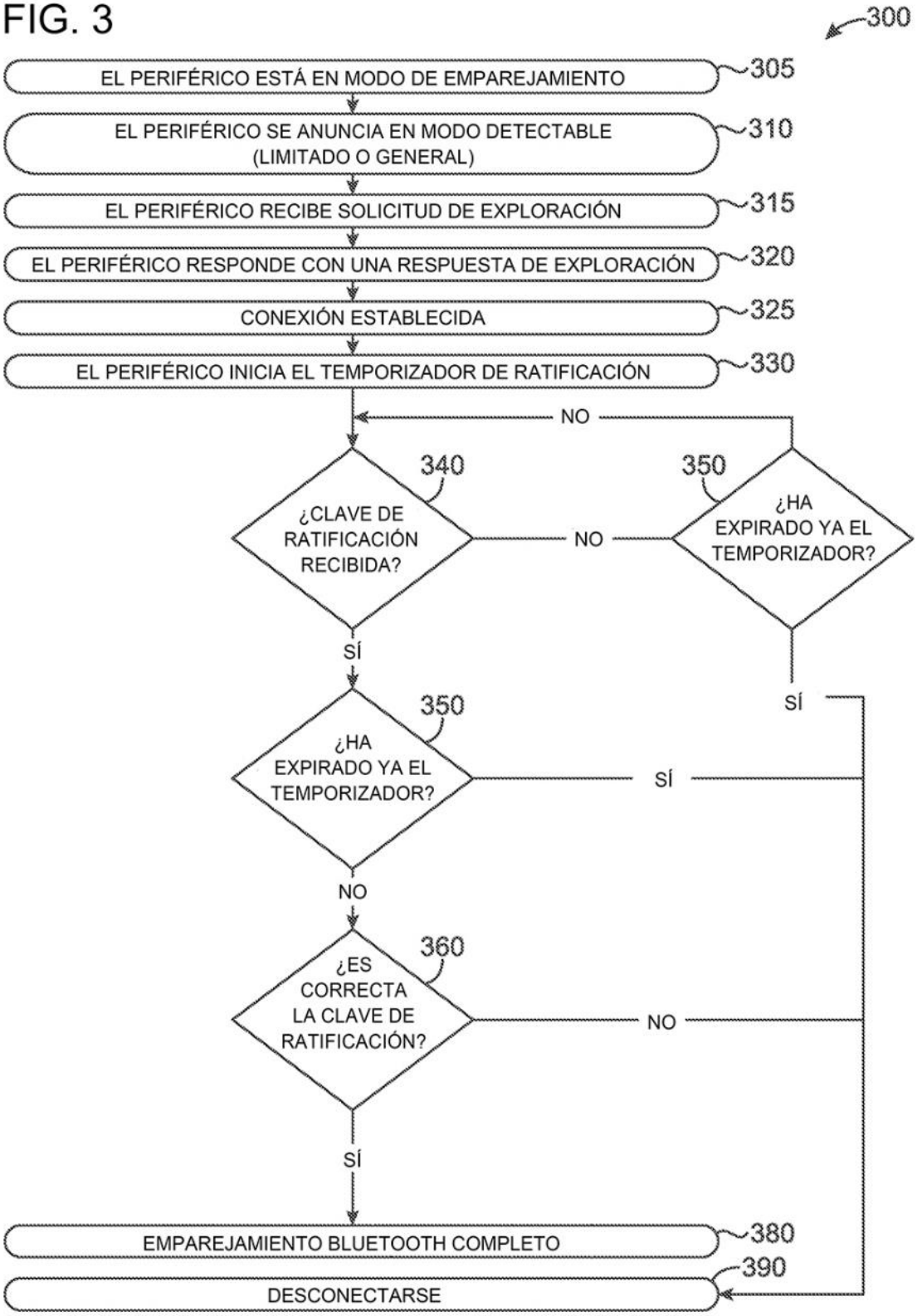

300
EL PERIFÉRICO ESTÁ EN MODO DE EMPAREJAMIENTO
305
EL PERIFÉRICO SE ANUNCIA EN MODO DETECTABLE (LIMITADO O GENERAL)
310
EL PERIFÉRICO RECIBE SOLICITUD DE EXPLORACIÓN
315
EL PERIFÉRICO RESPONDE CON UNA RESPUESTA DE EXPLORACIÓN
320
CONEXIÓN ESTABLECIDA
325
EL PERIFÉRICO INICIA EL TEMPORIZADOR DE RATIFICACIÓN
330
NO
340
¿CLAVE DE RATIFICACIÓN RECIBIDA?
NO
350
¿HA EXPIRADO YA EL TEMPORIZADOR?
SÍ
SÍ
350
¿HA EXPIRADO YA EL TEMPORIZADOR?
SÍ
NO
360
¿ES CORRECTA LA CLAVE DE RATIFICACIÓN?
NO
SÍ
EMPAREJAMIENTO BLUETOOTH COMPLETO
380
390
DESCONECTARSE

FIG. 4

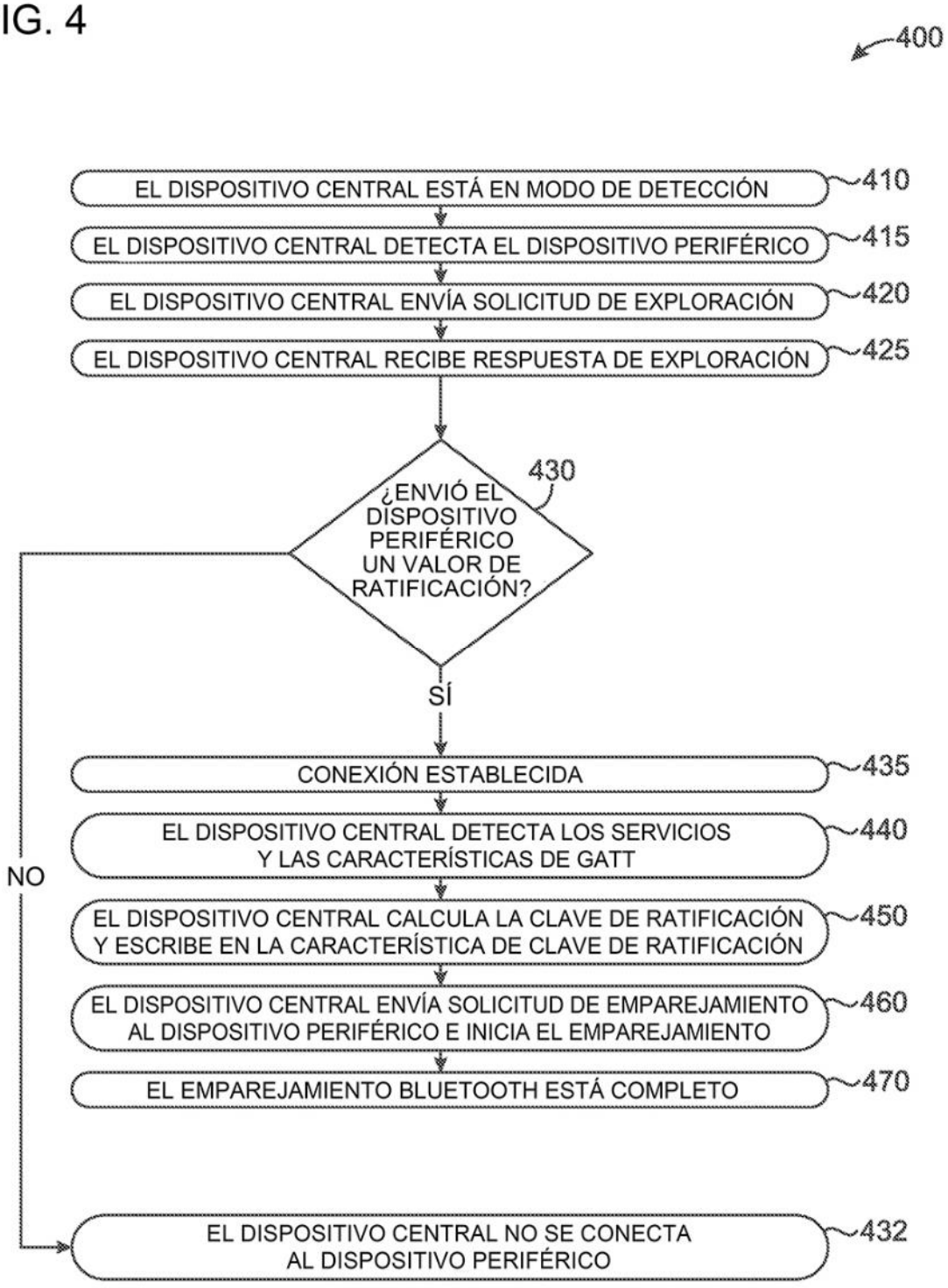
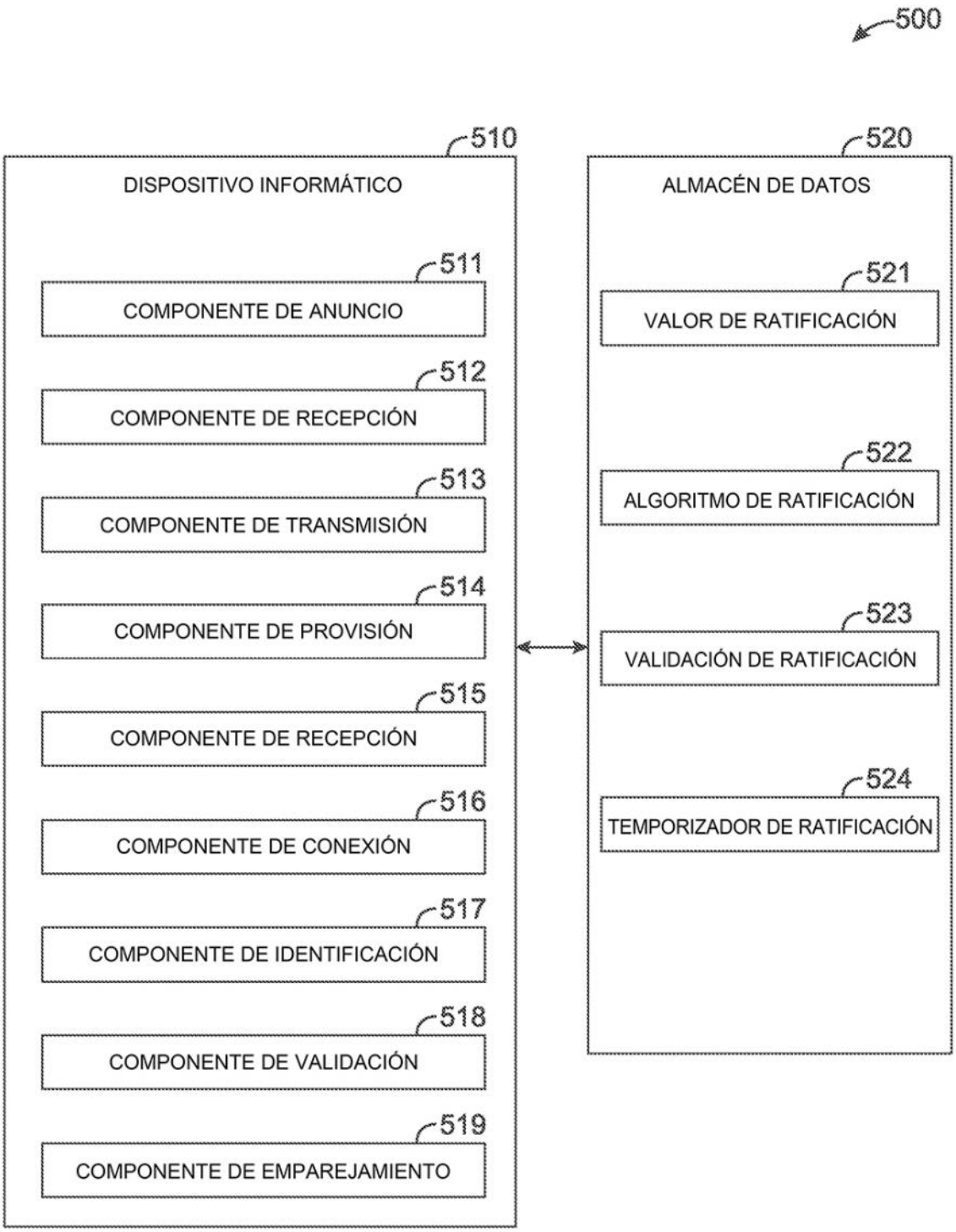

400
EL DISPOSITIVO CENTRAL ESTÁ EN MODO DE DETECCIÓN
410
EL DISPOSITIVO CENTRAL DETECTA EL DISPOSITIVO PERIFÉRICO
415
EL DISPOSITIVO CENTRAL ENVÍA SOLICITUD DE EXPLORACIÓN
420
EL DISPOSITIVO CENTRAL RECIBE RESPUESTA DE EXPLORACIÓN
425
¿ENVIÓ EL DISPOSITIVO PERIFÉRICO UN VALOR DE RATIFICACIÓN?
430
SÍ
NO
CONEXIÓN ESTABLECIDA
435
EL DISPOSITIVO CENTRAL DETECTA LOS SERVICIOS Y LAS CARACTERÍSTICAS DE GATT
440
EL DISPOSITIVO CENTRAL CALCULA LA CLAVE DE RATIFICACIÓN Y ESCRIBE EN LA CARACTERÍSTICA DE CLAVE DE RATIFICACIÓN
450
EL DISPOSITIVO CENTRAL ENVÍA SOLICITUD DE EMPAREJAMIENTO AL DISPOSITIVO PERIFÉRICO E INICIA EL EMPAREJAMIENTO
460
EL EMPAREJAMIENTO BLUETOOTH ESTÁ COMPLETO
470
EL DISPOSITIVO CENTRAL NO SE CONECTA AL DISPOSITIVO PERIFÉRICO
432

FIG. 5


500
510
DISPOSITIVO INFORMÁTICO
511
COMPONENTE DE ANUNCIO
512
COMPONENTE DE RECEPCIÓN
513
COMPONENTE DE TRANSMISIÓN
514
COMPONENTE DE PROVISIÓN
515
COMPONENTE DE RECEPCIÓN
516
COMPONENTE DE CONEXIÓN
517
COMPONENTE DE IDENTIFICACIÓN
518
COMPONENTE DE VALIDACIÓN
519
COMPONENTE DE EMPAREJAMIENTO
520
ALMACÉN DE DATOS
521
VALOR DE RATIFICACIÓN
522
ALGORITMO DE RATIFICACIÓN
523
VALIDACIÓN DE RATIFICACIÓN
524
TEMPORIZADOR DE RATIFICACIÓN