

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 469 117**

51 Int. Cl.:

H04L 12/715 (2013.01)

H04W 40/32 (2009.01)

H04W 88/04 (2009.01)

H04W 88/06 (2009.01)

H04W 72/04 (2009.01)

H04W 84/18 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.06.2011 E 11169280 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.03.2014 EP 2533477**

54 Título: **Configuración de red de Bluetooth**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.06.2014

73 Titular/es:

**9SOLUTIONS OY (100.0%)
Teknologiantie 2
90590 Oulu, FI**

72 Inventor/es:

PESONEN, ARTO TAPIO

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 469 117 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

Configuración de Red de Bluetooth

Campo

5 La invención se refiere al campo de las comunicaciones por radio y, en particular, a las redes de Bluetooth inalámbricas.

Antecedentes

10 El Bluetooth utiliza una tecnología de radio denominada espectro extendido de salto de frecuencia en una banda de frecuencia de radio de corto alcance de 2,4 GHz Industrial, Científica y Médica (ISM – Industrial, Scientific and Medical, en inglés) sin licencia. El Bluetooth proporciona una manera segura de conectar e intercambiar información entre dispositivos tales como faxes, teléfonos móviles, teléfonos, ordenadores portátiles de regazo, ordenadores personales, impresoras, receptores de Sistema de Localización Global (GPS – Global Positioning System, en inglés), cámaras digitales y consolas de video juegos. Bluetooth es un protocolo de comunicación con una estructura de maestro – esclavo. Un dispositivo de Bluetooth maestro puede comunicarse con dispositivos esclavos en un Grupo de Usuario Inalámbrico. Este grupo de red se denomina una pico-red. Los dispositivos pueden conmutar funciones, mediante acuerdo, y el esclavo puede convertirse en el maestro en cualquier momento. La Especificación de Núcleo de Bluetooth permite conectar dos o más pico-redes entre sí para formar una red dispersa, actuando algunos dispositivos como un puente realizando la función de maestro en una pico-red y la función de esclavo en otra pico-red (o de esclavo en las dos pico-redes).

20 La energía baja de Bluetooth (BLE – Bluetooth Low Energy, en inglés) se basa en la tecnología de Bluetooth 4.0, diseñada con la intención de reducir el consumo de energía de los dispositivos de Bluetooth. BLE está diseñada para ser aplicable para una amplia gama de aplicaciones y dispositivos en la asistencia sanitaria, ejercicio físico, seguridad e industrias de entretenimiento en casa. Por ejemplo, es posible que un dispositivo de BLE opere durante varios años con una batería de célula de botón sin ser recargada. No obstante, la especificación de BLE ha regulado la posibilidad de que el dispositivo de BLE opere en múltiples pico-redes de la manera descrita anteriormente.

25 El documento por Sewook Jung et al.: "Performance Comparison of Overlaid Bluetooth Piconets (OBP) and Bluetooth Scatternet", Conferencia de Comunicaciones y Redes Inalámbricas, 2006, WCNC 2006, IEEE Las Vegas, NV, USA, 3 – 6 de Abril de 2006, Piscataway, NJ, USA, páginas 505 – 510 describe un sistema de Bluetooth en el cual cada pico-red cambia continuamente sus etapas y recoge metadatos de pico-redes en el intervalo de comunicación.

30 Breve descripción

La invención se define mediante las reivindicaciones independientes.

Las realizaciones de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes.

Lista de dibujos

35 Se describen en lo que sigue realizaciones de la presente invención, sólo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales

la Figura 1 ilustra un sistema de Bluetooth al cual pueden aplicarse las realizaciones de la invención;

la Figura 2 ilustra un diagrama de flujo de una realización para la reestructuración de un sistema de Bluetooth de acuerdo con una realización de la invención;

40 las Figuras 3A a 3D ilustran la reestructuración controlada del sistema de Bluetooth de acuerdo con una realización de la invención;

la Figura 4 ilustra tablas que definen patrones de estado para una pluralidad de dispositivos de Bluetooth de acuerdo con una realización de la invención;

las Figuras 5A a 5C ilustran una transición de modo en un dispositivo de Bluetooth de acuerdo con una realización de la invención; y

45 la Figura 6 ilustra un diagrama de bloques de un aparato de acuerdo con una realización de la invención.

Descripción de realizaciones

Las siguientes realizaciones son de ejemplo. Aunque la especificación puede referirse a "una", "cantidad uno" o a "alguna o algunas" realización o realizaciones en varias ubicaciones, esto no necesariamente significa que cada una de tales referencias sea para la misma realización o las mismas realizaciones, o que la características sólo aplique a

una única realización. Características únicas de diferentes realizaciones pueden ser también combinadas para proporcionar otras realizaciones. Además, las palabras “que comprende o que comprenden” y “que incluye o que incluyen” deben entenderse como no limitativas de las realizaciones descritas para consistir sólo en esas características que han sido mencionadas, y tales realizaciones pueden contener también características /
5 estructuras que no han sido mencionadas específicamente.

La Figura 1 ilustra una topología de red a la cual pueden aplicarse realizaciones de la invención. La red puede ser una red de Bluetooth basada en la especificación de Bluetooth 4.0 y, particularmente, en la especificación de baja energía de Bluetooth (BLE – Bluetooth Low Energy, en inglés). En consecuencia, la red de Bluetooth comprende dispositivos de Bluetooth 10 a 21 configurados para operar de acuerdo con la especificación de Bluetooth apropiada.
10 En referencia a la Figura 1, los dispositivos de Bluetooth 10 a 21 forman tres pico-redes de Bluetooth denotadas por los signos de referencia A, B y C. Los dispositivos de Bluetooth 10, 11, 12 y 13 forman una primera pico-red A, los dispositivos de Bluetooth 14, 15, 16, 17 y 18 forman una segunda pico-red B y los dispositivos de Bluetooth 19, 20 y 21 forman una tercera pico-red C. Los dispositivos de Bluetooth 11, 15 y 20 operan en un modo de maestro, mientras que los otros dispositivos de Bluetooth operan en un modo de esclavo. Los dispositivos esclavos se conectan al nodo maestro de sus respectivas pico-redes con el fin de formar una topología de estrella en cada pico-red A, B, C. Por defecto, los dispositivos de Bluetooth 10 a 21 pueden ser un miembro sólo de una pico-red de cada vez, lo que significa que las pico-redes A, B, C están desconectadas unas de otras en un instante de tiempo dado. En otras palabras, cada dispositivo de Bluetooth 10 a 21 puede establecer sólo una conexión a la vez. En algunas realizaciones, los dispositivos de Bluetooth 10 a 21 no pueden pertenecer a unas pico-redes múltiples y saltar en el tiempo entre las pico-redes. Los dispositivos de Bluetooth 10 a 21 pueden también ser dispositivos completamente inalámbricos sin que se soporte una conexión por cable, y al menos algunos de los dispositivos de Bluetooth 11, 13, 15, 18 y 20 pueden ser dispositivos fijos que tienen ubicaciones planeadas por un operador del sistema de Bluetooth. Los dispositivos fijos pueden proporcionar a los otros dispositivos de Bluetooth un área de cobertura de Bluetooth en las instalaciones de una oficina, por ejemplo. Los dispositivos fijos pueden estar diseñados para formar una ruta entre los otros dispositivos de Bluetooth y un servidor, por ejemplo. Cada dispositivo fijo puede estar situado en un área de cobertura de dos dispositivos fijos vecinos, por ejemplo, el dispositivo 15 está en el área de cobertura de los dos dispositivos 13 y 18, de manera que pueda proporcionarse una ruta concatenada a través de la red de Bluetooth. Proporcionar la ruta real a través de la red puede ser llevado a cabo de acuerdo con las realizaciones que se describen en lo que sigue.
20
25

La Figura 2 ilustra un diagrama de flujo de un proceso de acuerdo con una realización de la invención. La realización comprende una reestructuración dinámica y secuencial de las pico-redes de Bluetooth, de manera que los enlaces de Bluetooth sean creados y terminados dinámicamente para que la ruta a través de la red sea finalmente creada mediante la reestructuración secuencial. En referencia a la Figura 2, en el bloque 202 se proporciona un sistema de Bluetooth que comprende una pluralidad de dispositivos de Bluetooth (10 a 21 en la Figura 1) que forman pico-redes de Bluetooth (A, B, C) desconectadas unas de otras. En el bloque 204, las pico-redes son secuencialmente reestructuradas para terminar los enlaces previos y para proporcionar nuevos enlaces. Así, al menos algunos de la pluralidad de dispositivos de Bluetooth crean y terminan secuencialmente conexiones con diferentes dispositivos de Bluetooth como resultado de la reestructuración secuencial. Realizando la reestructuración secuencial de una manera controlada y apropiadamente diseñada, una ruta para tráfico de datos puede ser proporcionada en el bloque 206 entre dos dispositivos de Bluetooth remotos (por ejemplo, los dispositivos 11 y 21). Los dispositivos de Bluetooth 11 y 21 remotos pueden estar tan alejados uno de otro que un enlace directo de dispositivo a dispositivo no es posible debido a las limitadas áreas de cobertura de los dispositivos 11 y 21. Por lo tanto, los dispositivos remotos 11 y 21 no pueden pertenecer a la misma pico-red de Bluetooth debido al limitado alcance operacional, y debe utilizarse una ruta a través de los otros dispositivos para entregar los datos entre los dispositivos remotos.
30
35
40

Debe observarse que el diagrama de flujo de la Figura 2 ilustra la operación del sistema de Bluetooth en un nivel de red. Con respecto a la operación de un solo dispositivo de Bluetooth 10 a 21, la operación para llevar a cabo el método de la Figura 2 puede comprender: hacer que el dispositivo de Bluetooth establezca y termine conexiones de Bluetooth con otros dispositivos de Bluetooth; y crear y terminar enlaces secuencialmente con diferentes dispositivos de Bluetooth de diferentes pico-redes de Bluetooth de una manera controlada con el fin de transferir un paquete de datos recibido de una pico-red a otra pico-red. Tal operación de múltiples dispositivos de Bluetooth permite la transferencia de paquetes de datos entre los dispositivos remotos. La operación de un solo dispositivo de Bluetooth puede ser llevada a cabo mediante un programa de ordenador legible por un ordenador y, cuando es ejecutado por el ordenador, el programa de ordenador configura el dispositivo de Bluetooth para llevar a cabo la funcionalidad anteriormente mencionada.
45
50

En algunas realizaciones, la reestructuración puede comprender la terminación secuencial de pico-redes existentes y la creación de nuevas pico-redes con diferentes estructuras. La topología puede ser mantenida como la topología en estrella utilizada en las pico-redes de Bluetooth. En otras realizaciones, algunos dispositivos de Bluetooth pueden desconectarse de una pico-red y a continuación conectarse a otra pico-red, afectando con ello a la reestructuración. Resultará evidente que la reestructuración y la terminación y creación de pico-redes de Bluetooth con diferentes estructuras pertenecen a una operación normal del sistema. En otras palabras, la reestructuración no es llevada a cabo como resultado de una disfunción del sistema, por ejemplo, un nodo o un enlace roto. La reestructuración es así una función del operacional y completamente funcional sistema.
55
60

Considérese ahora una realización para llevar a cabo la reestructuración con referencia a las Figuras 3A a 3D. Considérese entregar un paquete de datos desde el dispositivo de Bluetooth 11 al dispositivo de Bluetooth 21 que son originariamente miembros de diferentes pico-redes. El dispositivo de Bluetooth 11 pertenece inicialmente a la pico-red A, mientras que el dispositivo de Bluetooth 21 pertenece inicialmente a la pico-red C, como se ilustra en las Figuras 1 y 3A. Considérese un escenario en el que el dispositivo de Bluetooth 11 transmite un paquete de datos dirigido al dispositivo de Bluetooth 21. Un protocolo de encaminamiento utilizado en la red puede ser arbitrario, pero asúmase que el dispositivo de Bluetooth 11 (el maestro de la pico-red A) transmite el paquete de datos primero al dispositivo de Bluetooth 13 que es un esclavo de la pico-red A. Con la estructura de red actual, el dispositivo de Bluetooth 13 no puede encaminar el paquete de datos más allá hacia el dispositivo de Bluetooth 21 en esta etapa, así que está configurado para almacenar temporalmente el paquete de datos recibido del dispositivo de Bluetooth 11 en una memoria de almacenamiento temporal. Otros paquetes de datos pueden también ser transferidos sobre enlaces de Bluetooth establecidos en la pico-red A y/o en las otras pico-redes B y C, como se muestra en la Figura 3A. Estos paquetes de datos que están dirigidos a nodos que se encuentran en otras pico-redes pueden ser almacenados temporalmente para su posterior transmisión. No obstante, considérese el encaminamiento del único paquete de datos en aras de la sencillez.

De acuerdo con una regla determinada, la estructura de al menos dos pico-redes A, B y C es modificada con el fin de permitir la transferencia de datos entre las dos pico-redes (modificadas). En un caso simple, el dispositivo de Bluetooth 13 se desconecta de ser miembro de la pico-red A y se conecta a la pico-red B. No obstante, cuando se considera que se están encaminando múltiples paquetes de datos en las pico-redes, las pico-redes A, B y C pueden ser terminadas y pueden crearse pico-redes lógicamente nuevas. Asúmase en este caso que las pico-redes A, B y C son terminadas (o liberadas o demolidas), y al menos dos nuevas pico-redes D y E son creadas (véase la Figura 3B). La terminación puede comprender desconectar todos los enlaces de las pico-redes A, B y C y crear las nuevas pico-redes partiendo de cero. De acuerdo con el moderno protocolo de establecimiento de dispositivo de Bluetooth de BLE, la creación de una conexión de Bluetooth puede ser llevada a cabo en unos pocos milisegundos. Por lo tanto, es posible terminar y crear de nuevo pico-redes para realizar una red dispersa virtual realizada mediante la terminación y creación secuencial de las pico-redes.

Volvamos ahora a la Figura 3B que ilustra el sistema de Bluetooth tras la primera reestructuración. El nodo 13 que almacena temporalmente el paquete de datos es ahora configurado para operar como un nuevo nodo maestro para la pico-red D y conectarse a los dispositivos de Bluetooth 14 y 15 configurados para operar como nodos esclavos en esta etapa. Una segunda pico-red E es creada entre los dispositivos de Bluetooth 18 y 20, donde el dispositivo de Bluetooth 18 opera como el maestro y el dispositivo de Bluetooth 20 como el esclavo. Los otros dispositivos de Bluetooth 10 a 12, 16, 17, 19 y 21 operan en un modo libre, que significa que pueden crear pico-redes de Bluetooth libremente en esta etapa. Esto significa que pueden crear conexiones de Bluetooth específicas con otros dispositivos de Bluetooth, por ejemplo, el dispositivo de Bluetooth 30. Los dispositivos de Bluetooth en el modo libre pueden ser configurados para anunciar el modo libre con el fin de permitir que los otros dispositivos de Bluetooth detecten la disponibilidad de la conexión de Bluetooth desde el anuncio difundido por parte de los nodos libres. El anuncio del modo puede ser incluido en los datos específicos del fabricante (por ejemplo, datos de respuesta a pregunta extendidos) de acuerdo con la especificación del Bluetooth. De manera similar, los nodos maestro y esclavo pueden anunciar su modo actual.

Ahora, puesto que el dispositivo de Bluetooth 13 tiene una nueva conexión hacia el nodo de destino 21 del paquete de datos, el dispositivo de Bluetooth 13 transmite el paquete de datos al dispositivo de Bluetooth 15 que recibe el paquete de datos. Como no puede transmitir el paquete de datos de nuevo, el dispositivo de Bluetooth 15 almacena temporalmente el paquete de datos para una posterior transmisión.

A continuación, la siguiente reestructuración de la red del sistema de Bluetooth es afectada. Como se ilustra en la Figura 3C, las pico-redes D y E previas de la Figura 3B son terminadas, y ahora se crean tres nuevas pico-redes F, G y H. El dispositivo de Bluetooth 10 opera como el maestro de la pico-red F que comprende también el dispositivo de Bluetooth 11 como un esclavo; el dispositivo de Bluetooth 15 asume ahora la función de maestro en la pico-red G que comprende los dispositivos de Bluetooth 16 y 18 como dispositivos esclavos; y el dispositivo de Bluetooth 19 opera como el maestro de la pico-red H que comprende el dispositivo de Bluetooth 20 como un dispositivo esclavo. Los otros dispositivos de Bluetooth 12 a 14, 17 y 21 operan ahora en el modo libre. Ahora, el dispositivo de Bluetooth 15 puede transmitir el paquete de datos al dispositivo de Bluetooth 18 que de nuevo almacena temporalmente el paquete de datos para su posterior transmisión. Otros paquetes de datos pueden ser transmitidos en las pico-redes F, G, H que se acaban de crear.

En la siguiente etapa, la estructura de la Figura 3C es demolida, y las pico-redes I, J, K de la Figura 3D son creadas. El dispositivo de Bluetooth 11 asume ahora la función de maestro en la pico-red I que comprende los dispositivos de Bluetooth 10 y 12 como dispositivos esclavos; el dispositivo de Bluetooth 14 opera como el maestro en la pico-red J que comprende el dispositivo de Bluetooth 13 como el esclavo; y el dispositivo de Bluetooth 18 opera como el maestro de la pico-red K que comprende el dispositivo de Bluetooth 21 como un dispositivo esclavo. Los otros dispositivos de Bluetooth 15 a 17, 19 y 20 operan ahora en el modo libre. Ahora, el dispositivo de Bluetooth 18 puede enviar el paquete de datos al dispositivo de Bluetooth 21 de destino y, de este modo, el paquete de datos alcanza su destino final mediante la reestructuración secuencial de la red.

Como el ejemplo ilustrado en la Figura 3A a 3D muestra, no hay ninguna ruta continua entre el nodo de fuente 11 y el nodo de destino 21 en ninguna etapa. No obstante, el paquete de datos puede ser entregado al nodo de destino de una manera inalámbrica completa reestructurando el sistema de Bluetooth de una manera controlada con el fin de crear finalmente la ruta entre cualesquiera dos nodos en el sistema de Bluetooth. Como se ha mencionado ya, el procedimiento de establecimiento de conexión rápida del sistema de Bluetooth moderno permite la reestructuración sin provocar excesivos retardos de extremo a extremo en la ruta. En una realización, una pico-red de Bluetooth está operacional durante menos de un segundo entre su creación y terminación. En otras palabras, un dispositivo de Bluetooth pertenece a una pico-red a la vez durante menos de un segundo antes de conectarse lógicamente a otra pico-red. En otra realización, una pico-red de Bluetooth está operacional durante menos de medio segundo entre su creación y terminación. En otra realización más, una pico-red de Bluetooth está operacional durante menos de 100 milisegundos entre su creación y terminación, lo que crea una rápida reestructuración y además reduce los retardos de extremo a extremo con rutas más largas. En la práctica, la pico-red de Bluetooth puede ser mantenida en operación durante un tiempo tan corto como 3 ms de duración, durante el cual puede aún transmitirse un mensaje.

Además, se ha mencionado que la reestructuración es llevada a cabo de una manera controlada. Considérense algunas realizaciones relativas a cómo puede ser llevada a cabo la reestructuración controlada en el nivel de la red y en un dispositivo de Bluetooth individual. Algunos de los dispositivos de Bluetooth del sistema pueden ser dispositivos fijos que forman una infraestructura para el sistema de Bluetooth, por ejemplo, los dispositivos de Bluetooth 10 a 21 en las Figuras 3A a 3D. Adicionalmente, el sistema puede comprender al menos un dispositivo móvil 30. Los dispositivos fijos pueden almacenar una lista de nodos vecinos con los cuales se permite el establecimiento de una conexión en el modo de maestro y en el modo de esclavo. Por ejemplo, un dispositivo de Bluetooth dado puede ser configurado en el modo de maestro para conectarse a un primer conjunto de dispositivos de Bluetooth que comprenden al menos un dispositivo de Bluetooth. El dispositivo de Bluetooth puede ser configurado en el modo de esclavo para conectarse a un segundo conjunto de dispositivos de Bluetooth que comprende al menos un dispositivo de Bluetooth. El dispositivo de Bluetooth puede conectarse a cualquier otro dispositivo de Bluetooth en el modo libre. En una realización, cada dispositivo de Bluetooth puede almacenar un subpatrón para cada modo, por ejemplo, el modo de maestro. Por ejemplo, el dispositivo de Bluetooth se conecta a diferentes dispositivos de Bluetooth en nodos de maestro consecutivos y/o en modos de esclavo consecutivos. Definiendo los nodos de conexión en cada modo de esta manera, puede asegurarse que la ruta entre dos nodos cualesquiera del sistema puede realizarse a través de nodos fijos.

Considérense ahora algunas realizaciones para la asignación controlada de modos de maestro y de esclavo con referencia a las Figuras 4 y 5A a 5C. La Figura 4 ilustra una realización de un sistema de Bluetooth que comprende una pluralidad de dispositivos de Bluetooth, donde los dispositivos de Bluetooth pueden pertenecer al sistema de las Figuras 1 y 3A a 3D, o a otro sistema de Bluetooth. La Figura 4 ilustra una pluralidad de tablas 40 a 45, donde la primera tabla 40 a la izquierda ilustra los instantes de tiempo T1 a T5, mientras que las tablas 41 a 45 ilustran cada una el modo de operación de un dispositivo de Bluetooth en cada instante de tiempo T1 a T5. Como consecuencia, el modo de operación de los dispositivos de Bluetooth se cambia oportunamente, y los dispositivos de Bluetooth pueden ser sincronizados al menos a nivel grosero con un reloj común de manera que el cambio de modo sea llevado a cabo aproximadamente al mismo tiempo en los dispositivos de Bluetooth del sistema. Cada dispositivo de Bluetooth puede tener un patrón de estados diferente que define la secuencia de modos, pero algunos de los dispositivos de Bluetooth pueden tener un patrón común, particularmente en un sistema grande que comprende numerosos nodos. En referencia a la Figura 4, un dispositivo de Bluetooth que tiene el patrón 42 opera primero como el maestro en T1 y conecta a los dispositivos de Bluetooth que tienen patrones 41 y 43, respectivamente, que operan como los esclavos. Los otros dispositivos de Bluetooth que tienen patrones 44 y 45 operan en el modo libre en esta etapa. En la siguiente fase representada por T2, la función de maestro es transferida al dispositivo de Bluetooth que tiene el patrón 43, y se conecta a los dispositivos de Bluetooth de 41 y 44, mientras que los otros están en el modo libre. A continuación en T3, la función de maestro se transfiere de nuevo, ahora al dispositivo de Bluetooth de 44 que se comunica con los dispositivos esclavos de 43 y 45, mientras que los otros dispositivos de Bluetooth son libres. A continuación, la función de maestro es transferida de nuevo al dispositivo de Bluetooth de 43 y T4, y en T5 el dispositivo de Bluetooth de patrón 42 tiene la función de maestro. De esta manera, el patrón es continuado, y el patrón formado por el patrón de instantes de tiempo T1 a T4 puede ser repetido indefinidamente. Este patrón de modos de operación permite la transferencia de la función de maestro entre los dispositivos de Bluetooth de 42 a 44, y puede ser adecuado para el sistema de Bluetooth que consiste en los dispositivos de Bluetooth representados por 41 a 45. Los dispositivos de Bluetooth pueden formar una canalización de líneas para el encaminamiento de datos, donde la función de maestro es conmutada entre todos los demás dispositivos, excepto los nodos de extremo 41 y 45 de la canalización de líneas. No obstante, otro tipo de patrón en el que operan los nodos de extremo 41 y 45 como los maestros es también posible. Como se ha mencionado anteriormente, los instantes de tiempo T1 a T5 pueden representar periodos de tiempo de menos de un segundo.

En la realización de la Figura 4, la transferencia de la función de maestro puede considerarse como un "tren" en movimiento que se desplaza entre las "estaciones" (nodos) representados por 42, 43, 44. En otra realización que utiliza un procedimiento de tren maestro en movimiento similar, la función de maestro es transferida utilizando un testigo de autenticación de maestro o cualquier otro tipo de mensaje de control que da instrucciones a un nodo dado para que asuma la función de maestro. El testigo de autenticación de maestro puede ser un mensaje de control

transferido entre los dispositivos de Bluetooth del sistema, o el testigo de autenticación de maestro puede ser un mensaje de control asignado por un elemento de control centralizado, por ejemplo un servidor de operación y mantenimiento que controla la operación del sistema. Las Figuras 5A a 5C ilustran la realización a la que es pasado el testigo de autenticación de maestro dentro del sistema, y un dispositivo de Bluetooth que recibe el testigo de autenticación de maestro opera como el maestro durante un periodo determinado de tiempo antes de pasar el testigo de autenticación de maestro a un dispositivo de Bluetooth vecino. En referencia a la Figura 5A, un dispositivo de Bluetooth 15 tiene la posesión del testigo de autenticación de maestro y, por lo tanto, opera en el modo de maestro en la primera etapa. Un segundo dispositivo de Bluetooth 18 y un tercer dispositivo de Bluetooth 20 están configurados para operar en el modo de esclavo (o en el modo libre), porque no están actualmente en posesión del testigo de autenticación de maestro. Los dispositivos de Bluetooth 15, 18, 20 pueden ser los nodos correspondientes de las Figuras 3A a 3D. El nodo de maestro 15 se conecta a continuación al segundo dispositivo de Bluetooth 18 con el fin de transferir datos entre los dispositivos de Bluetooth 15 y 18 (Figura 5A). Mientras, el tercer dispositivo de Bluetooth 20 puede conectarse a otros nodos. La transferencia de datos puede durar un tiempo predeterminado (por ejemplo, menos de un segundo) hasta que la transferencia de datos y la conexión de Bluetooth se terminan. Durante la transferencia de datos, el nodo de maestro 15 pasa el testigo de autenticación de maestro al segundo dispositivo de Bluetooth 18. A continuación, el segundo dispositivo de Bluetooth 18 asume la función de maestro, y se configura para conectarse al tercer dispositivo de Bluetooth 20 con el fin de transferir datos y pasar el testigo de autenticación de maestro al tercer dispositivo de Bluetooth 20 (Figura 5B). Mientras tanto, el primer dispositivo de Bluetooth 15 puede ser conectado en el esclavo a otro dispositivo de Bluetooth para transferir datos y recibir otro testigo de autenticación de maestro. En algunas realizaciones, una pluralidad de testigos de autenticación de maestro son transferidos en el sistema. A continuación, el primer dispositivo de Bluetooth 15 de nuevo asume la función de maestro como resultado de la recepción del otro testigo de autenticación de maestro. El primer dispositivo de Bluetooth 15 se conecta a continuación una vez más al segundo dispositivo de Bluetooth 18 (Figura 5C) para transferir datos y pasar el segundo testigo de autenticación de maestro al segundo dispositivo de Bluetooth 18. Mientras, el tercer dispositivo de Bluetooth 20 que controla el testigo de autenticación de maestro opera en el modo de maestro y se conecta a otro dispositivo de Bluetooth con el fin de transferir datos y pasar el testigo de autenticación de maestro hacia adelante en la red.

La Figura 6 ilustra una realización de un aparato que comprende medios para llevar a cabo las funcionalidades del dispositivo de Bluetooth de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones descritas anteriormente. El aparato puede ser un dispositivo de Bluetooth dedicado que proporciona una infraestructura de Bluetooth fija para el encaminamiento de datos, pero puede tener otras funcionalidades. El aparato puede ser un sensor de un sistema de rastreo de ubicación que detecta la presencia de otros dispositivos de Bluetooth transportados por usuarios que están siendo rastreados. El aparato puede estar configurado para detectar un identificador de tales dispositivos y para reportar los identificadores a un servidor de rastreo de ubicación, por ejemplo. El aparato puede también proporcionar a tales aparatos rastreados y sus usos una conexión de comunicación con el servidor a través de la infraestructura de Bluetooth. En otras realizaciones, el aparato puede ser un ordenador (PC – Personal Computer, en inglés), un ordenador portátil de regazo, un ordenador de tabloide, un teléfono móvil, un ordenador de palma, o cualquier otro aparato provisto de capacidad de comunicación por radio. En otra realización, el aparato está comprendido en uno cualquiera de los aparatos de comunicación mencionados anteriormente, por ejemplo, el aparato puede comprender unos circuitos, por ejemplo, un microprocesador, un procesador, un micro controlador, o una combinación de tales circuitos en el aparato de comunicación.

El aparato puede comprender unos circuitos de controlador de comunicación 60 configurados para controlar las comunicaciones en el aparato de comunicación. Los circuitos de controlador de comunicación 60 pueden comprender una parte de control 64 que maneja la comunicación de señalización de control con respecto al establecimiento, operación y terminación de las conexiones de Bluetooth. La parte de control 64 puede también realizar otras funcionalidades de control relativas a la operación de los enlaces de Bluetooth, por ejemplo, transmisión, recepción y extracción de tramas de control, que incluyen el testigo de autenticación de maestro, tal como se ha descrito anteriormente. Los circuitos de controlador de comunicación 60 pueden además comprender una parte de datos 66 que manejan la transmisión y recepción de datos de carga útil sobre las conexiones de Bluetooth establecidas. La parte de datos 66 puede también comprender una lógica de control de encaminamiento que está configurada para determinar si un paquete de datos dado debe ser transmitido sobre un enlace actual o para almacenar temporalmente el paquete de datos para esperar a la creación de un enlace apropiado. Los circuitos de controlador de comunicación 60 comprenden además unos circuitos de controlador de modo 62 configurados para controlar el modo de operación del dispositivo de Bluetooth de acuerdo con reglas predeterminadas. Por ejemplo, si el aparato está configurado para asumir la función de maestro mediante el testigo de autenticación de maestro, los circuitos de controlador de modo 62 pueden configurar el aparato para operar en el modo de esclavo o libre hasta que recibe el testigo de autenticación de maestro mediante la parte de control 64. A continuación, los circuitos de controlador de modo 62 pueden configurar el aparato para operar en el modo de maestro durante un periodo de tiempo predeterminado y para transmitir el testigo de autenticación de maestro a otro aparato. En las otras realizaciones en las que el modo de operación del aparato es definido por el patrón de estado 41 a 45, los circuitos de testigo de autenticación de modo 62 pueden configurar el aparato para asumir funciones apropiadas tal como las definidas por su patrón de estado.

Los circuitos 62 a 66 de los circuitos de controlador de comunicación 60 pueden ser realizados por el uno o más circuitos o procesadores físicos. En la práctica, los diferentes circuitos pueden ser realizados por diferentes módulos de programa de ordenador. Dependiendo de las especificaciones y del diseño del aparato, el aparato puede comprender algunos de los circuitos 60 a 66 ó todos ellos.

5 El aparato puede además comprender la memoria 68, que almacena programas de ordenador (software) que configuran el aparato para llevar a cabo las funcionalidades descritas del dispositivo de Bluetooth. La memoria 68 puede también almacenar parámetros de comunicación y otra información necesaria para las comunicaciones de Bluetooth. La memoria 68 puede servir como la memoria temporal para los paquetes de datos almacenados temporalmente, y puede también almacenar la tabla descrita anteriormente (41 a 45) que define el patrón de estados para el dispositivo. El aparato puede además comprender componentes de interfaz de radio 70 que proporcionan al aparato capacidades de comunicación de radio con otros dispositivos de Bluetooth. Los componentes de interfaz de radio 70 pueden comprender componentes bien conocidos estándar tales como circuitos de amplificador, filtro, convertidor de frecuencia, modulador o desmodulador y codificador / descodificador y una o más antenas. El aparato puede además comprender una interfaz de usuario que permite la interacción con el usuario. La interfaz de usuario puede comprender un visualizador, un teclado numérico o un teclado, un altavoz, etc.

En una realización, el aparato que pone en práctica las realizaciones de la invención en el aparato de comunicación comprende al menos un procesador y al menos una memoria que incluye un código de programa de ordenador, donde la al menos una memoria y el código de programa de ordenador están configurados, con el al menos un procesador, para hacer que el aparato lleve a cabo las etapas de uno cualquiera de los procesos de las Figuras 2 a 5C. De acuerdo con esto, el al menos un procesador, la memoria y el código de programa de ordenador forman un medio de procesamiento para poner en práctica las realizaciones de la presente invención en el aparato de comunicación inalámbrico.

Una realización proporciona un aparato que comprende al menos un procesador y al menos una memoria que incluye un código de programa de ordenador, donde la al menos una memoria y el código de programa de ordenador están configurados, con el al menos un procesador, para hacer que el aparato lleve a cabo las funcionalidades del dispositivo de Bluetooth de acuerdo con una cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente.

Tal como se utiliza en esta aplicación, el término "circuitos" se refiere a todos de los que siguen: (a) a implementaciones de circuitos sólo de hardware, tales como implementaciones en circuitos sólo analógicos y/o digitales, y (b) a combinaciones de circuitos y de software (y/o firmware), tales como (según aplique): (i) una combinación de procesador o procesadores o (ii) porciones de procesador o procesadores / software que incluyen procesador o procesadores de señal digital, software y memoria o memorias que funcionan juntas para hacer que un aparato lleve a cabo varias funciones, y (c) a circuitos, tales como un microprocesador o microprocesadores o una porción de un microprocesador o microprocesadores, que requieren software o firmware para operación, incluso si el software o firmware no está físicamente presente.

Esta definición de "circuitos" aplica a todos los usos de este término en esta aplicación. Como un ejemplo más, tal como se utiliza en esta aplicación, el término "circuitos" cubriría también una implementación de meramente un procesador (o de múltiples procesadores) o una porción de un procesador y su (o sus) software y/o firmware que lo acompañan. El término "circuitos" cubriría también, por ejemplo y si es aplicable al elemento particular, un circuito integrado de banda de 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 de telefonía móvil u otro dispositivo de red.

Los procesos o métodos descritos en las Figuras 4 a 8 pueden también ser llevados a cabo en forma de un proceso de ordenador definido por un programa de ordenador. El programa de ordenador puede estar en formato de código de fuente, en formato de código de objeto o en algún formato intermedio, y puede ser almacenado en algún tipo de portador, que puede ser cualquier entidad o dispositivo capaz de contener el programa. Tales portadores incluyen un medio de grabación, una memoria de ordenador, una memoria de sólo lectura, una señal de portadora inalámbrica, una señal de telecomunicaciones y un empaquetamiento de distribución de software, por ejemplo. Dependiendo de la potencia de procesamiento necesaria, el programa de ordenador puede ser ejecutado en una única unidad de procesamiento electrónica digital o puede estar distribuido entre varias unidades de procesamiento.

La presente invención es aplicable al sistema o sistemas de Bluetooth definido o definidos anteriormente pero también a otros sistemas de comunicación inalámbricos. Resultará evidente que puede haber sistemas distintos del Bluetooth (Baja Energía) que aprovecharían las realizaciones de la presente invención. Los protocolos utilizados, las especificaciones de sistemas de telecomunicación inalámbricos, sus elementos de red y terminales de abonado, se desarrollan con rapidez. Tal desarrollo puede requerir cambios extra a las realizaciones descritas. Por lo tanto, todas las palabras y expresiones deben ser interpretadas de manera amplia y pretenden ilustrar, no restringir, la realización. Resultará obvio para un experto en la materia que, a medida que la tecnología avanza, el concepto de la invención puede ser implementado de varias 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 método para operar una red de Bluetooth, comprendiendo el método:
proporcionar un sistema de Bluetooth que comprende una pluralidad de dispositivos de Bluetooth (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 18, 19, 20, 21) que forman pico-redes de Bluetooth (A, B, C) desconectadas unas de otras;
- 5 proporcionar una ruta para un paquete de datos entre dos dispositivos de Bluetooth remotos (11, 21) mediante el sistema de Bluetooth cambiando secuencialmente las estructuras de las pico-redes de Bluetooth,
caracterizado por que al menos alguno de la pluralidad de dispositivos de Bluetooth crea y termina secuencialmente conexiones con diferentes dispositivos de Bluetooth que operan en un modo de esclavo en una primera pico-red de Bluetooth, recibiendo un testigo de autenticación de maestro (15) de la primera pico-red de Bluetooth, terminando
10 una conexión a la primera pico-red de Bluetooth y, tras la finalización de la conexión, creando una conexión en una segunda pico-red de Bluetooth en la cual el dispositivo de Bluetooth opera en un modo de maestro, tal como permite el testigo de autenticación de maestro.
2. El método de la reivindicación 1, en el que el cambio secuencial de las redes de Bluetooth comprende: terminar y crear secuencialmente pico-redes de Bluetooth con diferentes estructuras de red.
- 15 3. El método de la reivindicación 2, en el que una duración entre la creación y la terminación de una conexión de un dispositivo de Bluetooth a una pico-red de Bluetooth es menor de un segundo.
4. El método de cualquier reivindicación precedente, en el que el cambio secuencial de las estructuras de las pico-redes de Bluetooth es una función de una red de Bluetooth operacional.
5. El método de cualquier reivindicación precedente, en el que cada dispositivo de Bluetooth es un miembro
20 de sólo una pico-red a la vez.
6. El método de cualquier reivindicación precedente, en el que en ningún instante del tiempo hay una ruta continua entre los dos dispositivos remotos.
7. Una red de Bluetooth que comprende una pluralidad de dispositivos de Bluetooth configurados para poner en práctica el método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente 1 a 6.
- 25 8. Un aparato que comprende:
al menos un procesador (60); y
al menos una memoria (68) que incluye un código de programa de ordenador, en el que la al menos una memoria y el código de programa de ordenador están configurados, con el al menos un procesador, para hacer que el aparato:
haga que un dispositivo de Bluetooth (15) establezca y termine dispositivos de comunicaciones de Bluetooth con
30 otros dispositivos de Bluetooth (10, 11, 12, 13, 14, 16, 18, 18, 19, 20, 21); y
cree y termine secuencialmente enlaces con diferentes dispositivos de Bluetooth de diferentes pico-redes de Bluetooth y transfiera un paquete de datos recibido de una pico-red a otra pico-red,
caracterizado por que la al menos una memoria y el código de programa de ordenador están configurados, con el al menos un procesador, para hacer que el aparato opere en un modo de esclavo sobre un primer enlace, reciba un
35 testigo de autenticación de maestro sobre el primer enlace desde un dispositivo maestro del primer enlace, termine el primer enlace y, tras la terminación del primer enlace, cree un segundo enlace en el cual el aparato opera en un modo de maestro tal como permite el testigo de autenticación de maestro.
9. El aparato de la reivindicación 8, en el que la al menos una memoria y el código de programa de ordenador están configurados, con el al menos un procesador, para hacer que el aparato sea un miembro de sólo una pico-red
40 de Bluetooth a la vez.
10. El aparato de la reivindicación 8 ó 9, en el que la al menos una memoria y el código de programa de ordenador están configurados, con el al menos un procesador, para hacer que el aparato almacene en la al menos una memoria un patrón de estados y conmute entre un modo de maestro, un modo de esclavo y un modo libre de acuerdo con el patrón de estados.
- 45 11. El aparato de la reivindicación 10, en el que la al menos una memoria y el código de programa de ordenador están configurados, con el al menos un procesador, para hacer que el aparato anuncie el modo libre con el fin de permitir que otros dispositivos de Bluetooth se conecten al aparato en el modo libre.

12. El aparato de la reivindicación 8, en el que la al menos una memoria y el código de programa de ordenador están configurados, con el al menos un procesador, para hacer que el aparato transmita el testigo de autenticación de maestro sobre el segundo enlace y asuma un modo de esclavo o un modo libre tras terminar el segundo enlace.

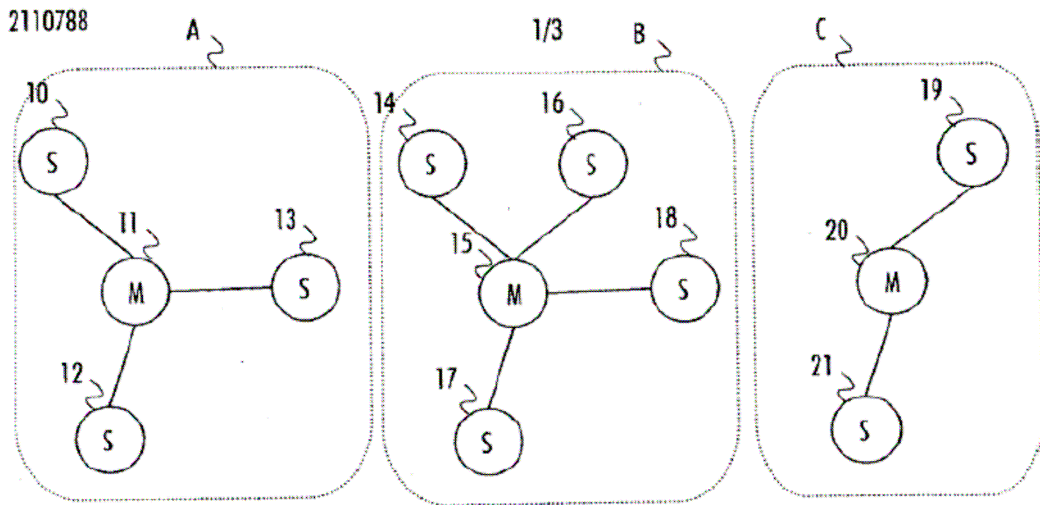


Fig 1

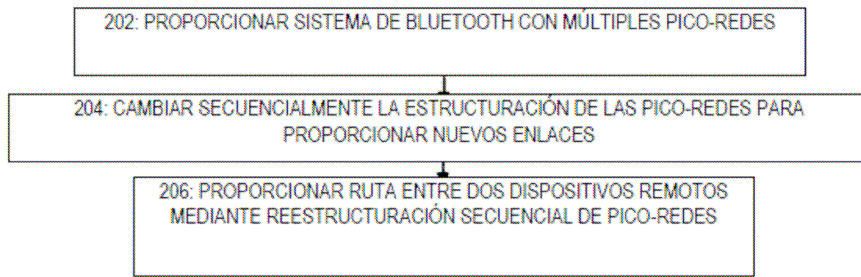


Fig 2

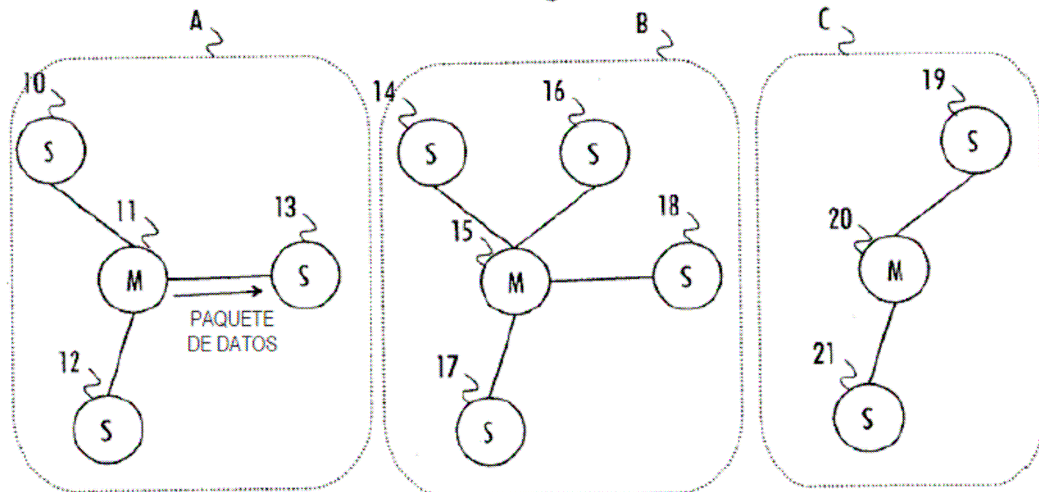


Fig 3A

2110788

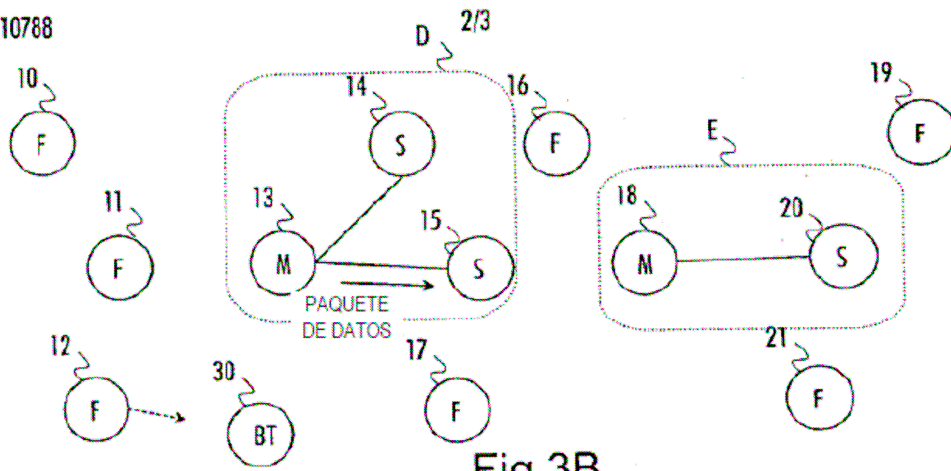


Fig 3B

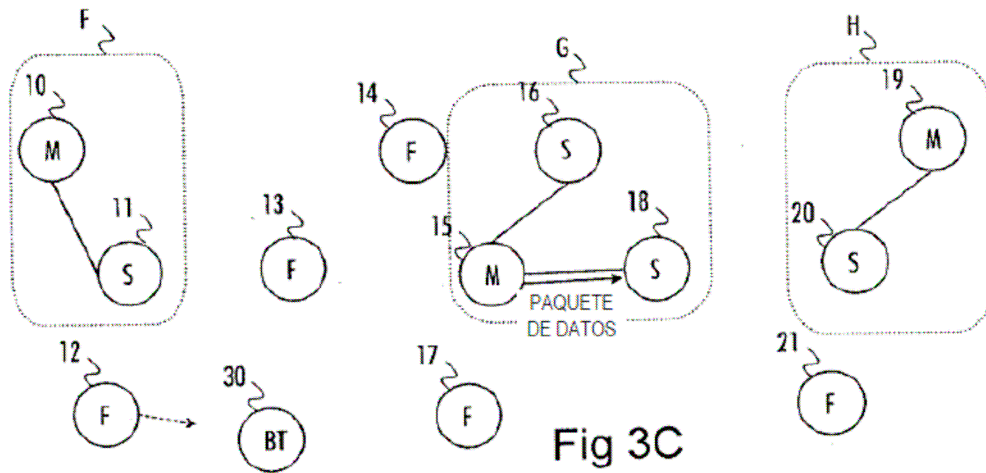


Fig 3C

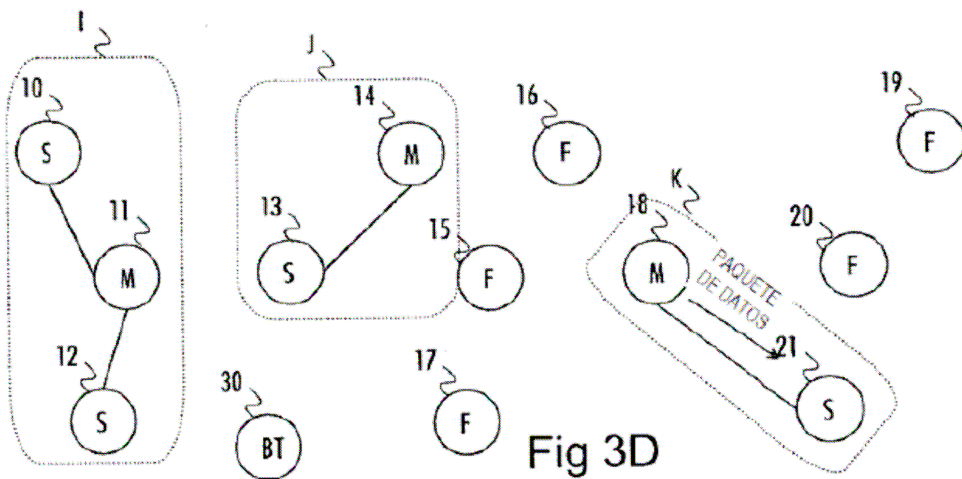


Fig 3D

2110788

3/3

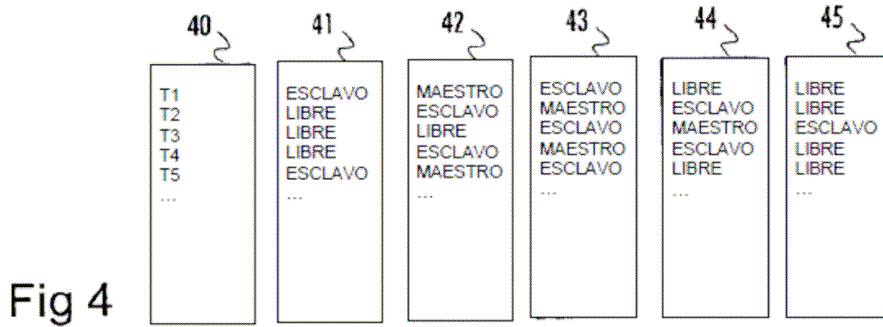


Fig 4

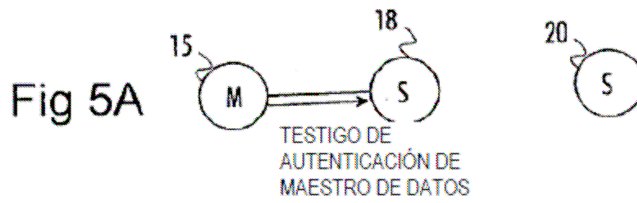


Fig 5A

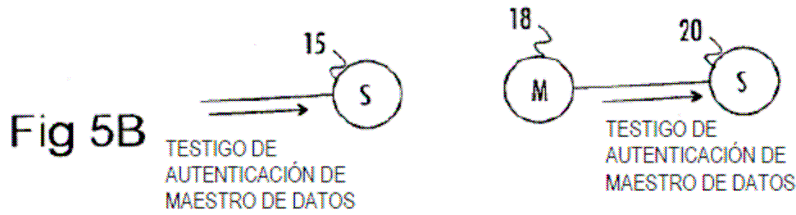


Fig 5B

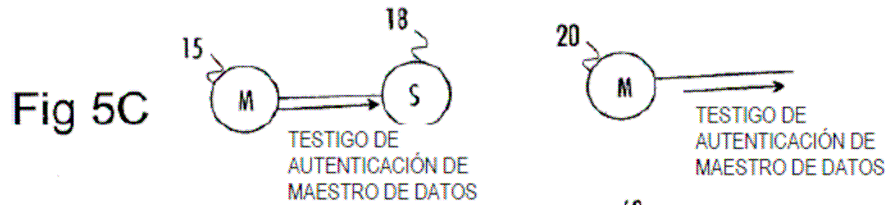


Fig 5C

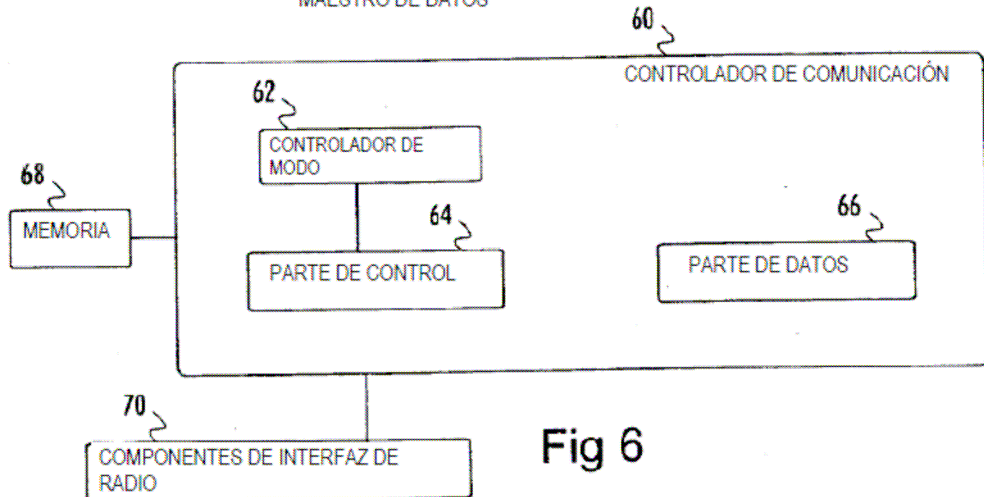


Fig 6