



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 268 323**

51 Int. Cl.:  
**H04L 12/56** (2006.01)  
**H04L 12/28** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **03701981 .7**  
86 Fecha de presentación : **03.01.2003**  
87 Número de publicación de la solicitud: **1466450**  
87 Fecha de publicación de la solicitud: **13.10.2004**

54 Título: **Sistema y procedimiento para optimizar las transmisiones Bluetooth para superar las interferencias de señales.**

30 Prioridad: **10.01.2002 US 347373 P**  
**07.03.2002 US 94014**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.03.2007**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.03.2007**

73 Titular/es: **QUALCOMM INCORPORATED**  
**5775 Morehouse Drive**  
**San Diego, California 92121, US**

72 Inventor/es: **Pattabiraman, Ganesh**

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 268 323 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).

# ES 2 268 323 T3

## DESCRIPCIÓN

Sistema y procedimiento para optimizar las transmisiones Bluetooth para superar las interferencias de señales.

### 5 Referencia cruzada con solicitudes relacionadas

#### Antecedentes

##### Campo

10 La presente invención se refiere a las comunicaciones Bluetooth y, más particularmente, a un procedimiento y un sistema para optimizar las transmisiones Bluetooth y superar las interferencias de señales.

##### Descripción de la técnica relacionada

15 La tecnología "Bluetooth" es una tecnología de red de área personal inalámbrica que permite la comunicación inalámbrica de voz y datos entre diferentes dispositivos cercanos. Es posible dotar de la capacidad Bluetooth a una serie de dispositivos diferentes, tales como los teléfonos celulares, los asistentes digitales personales o los ordenadores portátiles. Cada uno de dichos dispositivos está provisto de un receptor, un transmisor y otros componentes Bluetooth que le permiten comunicarse con otros dispositivos cercanos similarmente equipados sin necesidad de utilizar cables ni otro tipo de conexiones físicas.

20 Los dispositivos con capacidad Bluetooth ("dispositivos Bluetooth") funcionan en la banda ISM ("Industrial, Scientific and Medical") sin licencia de 2,4 GHz, que abarca el rango de frecuencias comprendido entre 2400,0 y 2483,5 MHz en Estados Unidos y Europa. La banda ISM se divide además en 80 canales RF o grupos de frecuencias de 1,0 MHz de ancho cada uno.

25 La banda ISM, aparte de estar ocupada por los dispositivos Bluetooth, también está ocupada por sistemas que funcionan según la especificación IEEE 802.11b para redes de área local inalámbricas ("sistemas inalámbricos IEEE 802.11b"). Otros dispositivos, tales como los hornos microondas, funcionan también en la misma banda ISM. Los sistemas inalámbricos IEEE 802.11b y los hornos microondas funcionan en la banda ISM a una potencia de transmisión muy superior a la de los dispositivos Bluetooth. Por lo tanto, debido a la superposición de bandas de frecuencias y a la mayor potencia de señal utilizada por algunos dispositivos no Bluetooth, existe la posibilidad de que dichos dispositivos interfieran con las comunicaciones Bluetooth.

30 Las interferencias de señales son indeseables por diversas razones, de las cuales la fundamental es que las interferencias de señales pueden provocar fallos en las transmisiones Bluetooth, hecho que provoca un retardo y un consumo de energía adicional debido a la necesidad de efectuar retransmisiones. Puesto que muchos dispositivos Bluetooth funcionan con energía de una batería, no es deseable que el consumo de energía se incremente, ya que la batería se desgastará más rápidamente. En cualquier caso, cuando la batería se haya agotado, será necesario recargarla y, si no se dispone de ninguna fuente de recarga, la batería dejará de funcionar. Otra de las desventajas de las interferencias de señales es que la retransmisión de señales Bluetooth incrementa la posibilidad de provocar interferencias para otros sistemas Bluetooth o sistemas inalámbricos IEEE 802.11b que funcionan en la misma área. Una última desventaja es que las interferencias de señales pueden reducir la calidad de los datos que fluyen en tiempo real, obteniéndose una señal indescifrable o de baja calidad. Por diversas razones, pues, las interferencias de señales en las comunicaciones Bluetooth resultan indeseables.

35 Para evitar las interferencias con otros dispositivos que funcionan en la banda ISM, el sistema Bluetooth utiliza la denominada técnica de "espectro ensanchado por salto de frecuencia". En el espectro ensanchado por salto de frecuencia, los dispositivos Bluetooth que se intercomunican saltan hasta una frecuencia diferente después de cada transmisión y recepción, con una frecuencia de 1600 saltos por segundo. Por lo tanto, la transmisión y la recepción a una frecuencia distinta a 1600 veces por segundo reducirán la probabilidad de que los dispositivos Bluetooth sufran interferencias de señales de larga duración en un grupo de frecuencias particular.

40 El sistema descrito a continuación se ha desarrollado para reducir todavía más las interferencias potenciales con las comunicaciones Bluetooth. En este sistema, los dispositivos Bluetooth identifican los grupos de frecuencias ISM particulares a las que están emitiendo o transmitiendo los dispositivos interferentes. Entonces, los dispositivos Bluetooth que se intercomunican acuerdan evitar la transmisión y la recepción en estos grupos de frecuencias particulares. No obstante, este sistema requiere la aprobación gubernamental de la Comisión Federal de Comunicaciones, que actualmente no permite que los dispositivos que funcionan en la banda ISM coordinen las transmisiones de dos radios seleccionando subgrupos de frecuencias fijos.

45 En un documento oficial publicado por Texas Instruments, titulado "Wi-Fi (IEEE 802.11b) and Bluetooth", de Matthew B. Shoemake, febrero de 2001, versión 1.1, se menciona otro sistema. El documento de Shoemake reconoce que es posible utilizar diversos mecanismos para mejorar el nivel de coexistencia de los dispositivos Bluetooth en presencia de interferencias. Para las conexiones de datos, Shoemake propone que los dispositivos Bluetooth seleccionen adaptativamente el tipo de control de errores utilizado y la longitud de cada paquete que se va a transmitir para aumentar al máximo el flujo. Además, Shoemake propone controlar el flujo para incrementar y reducir dinámicamente

la velocidad de transmisión. Por ejemplo, cuando se alcanza un bloque contiguo de canales inadecuados, el dispositivo Bluetooth retiene el tráfico hasta que se dispone de canales adecuados. No obstante, en el documento de Shoemake, no se proporciona información práctica acerca de cómo implementar estos conceptos.

5 En el artículo titulado “*Adaptive frequency hopping scheme for interference-limited WPAN applications*”, publicado el 19 de Julio de 2001 por Y.H. You *et al.*, se describe un sistema de saltos adaptativos para el sistema Bluetooth, en el que el controlador de saltos adaptativos acumula información de calidad para cada canal RF. Se determinan los canales adecuados y los inadecuados. El sistema de saltos evita que los canales inadecuados con una banda de saltos reducida hagan aumentar al máximo el número de transmisiones durante los canales adecuados.

10 Por consiguiente, los sistemas de comunicación Bluetooth conocidos no son completamente adecuados en todos los aspectos, debido al problema sin resolver de las interferencias de señales.

## Sumario

15 A grandes rasgos, la presente invención se refiere a un procedimiento y un dispositivo Bluetooth según las reivindicaciones 1 y 9.

20 La presente invención aporta a los usuarios una serie de ventajas diferentes, la principal de las cuales es que las transmisiones Bluetooth se realizan incluso en presencia de interferencias de señales. Por consiguiente, las transmisiones tendrán más probabilidades de resultar satisfactorias, evitándose de ese modo los intentos de retransmisión que consumen energía y, en definitiva, ahorrándose energía de la batería. La presente invención también proporciona una serie de ventajas y beneficios adicionales que se pondrán de manifiesto a partir de la siguiente descripción de la presente invención.

## 25 Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama de bloques de un ejemplo de sistema Bluetooth según una forma de realización de la presente invención.

30 La Figura 2 es un diagrama de bloques de un ejemplo de máquina de procesamiento de datos digitales.

La Figura 3 es un diagrama de un ejemplo de medios de soporte de señales.

35 La Figura 4 es un diagrama de flujo de un procedimiento para evaluar las señales Bluetooth recibidas.

La Figura 5 es un diagrama de flujo de un procedimiento para optimizar las transmisiones Bluetooth y superar las interferencias de señales detectadas.

## 40 Descripción detallada

La naturaleza, los objetivos y las ventajas de la presente invención resultarán más evidentes para los expertos en la materia tras considerar la siguiente descripción detallada conjuntamente con los dibujos adjuntos.

45 La presente invención se refiere en general a la transmisión de señales Bluetooth en presencia de interferencias. Y, aunque la presente invención se describe con respecto a formas de realización específicas, los principios de la presente invención definidos en las reivindicaciones adjuntas pueden aplicarse a otras formas de realización distintas a las descritas específicamente en la presente memoria. Asimismo, se omiten ciertos detalles para no dificultar la comprensión de los aspectos inventivos de la presente invención. Los detalles específicos no descritos en la presente solicitud son conocidos por las personas medianamente expertas en la materia que puedan beneficiarse de la presente exposición.

55 Los dibujos de la presente solicitud y la descripción detallada adjunta de éstos se refieren a ejemplos de diferentes formas de realización de la presente invención. Para preservar la brevedad de la presente solicitud, no se describirán ni ilustrarán por medio de los presentes dibujos otras formas de realización particulares de la presente invención que utilizan los principios de la misma.

60 La Figura 1 ilustra un ejemplo de sistema Bluetooth 100 según una forma de realización de la presente invención. En un ejemplo, el sistema 100 puede comprender una parte de un sistema de comunicación de acceso múltiple por división del código (“CDMA”) configurado para ser interoperable con la tecnología Bluetooth. Los principios generales de los sistemas de comunicación CDMA y, en particular, los principios generales para la generación de señales de espectro ensanchado y su transmisión a través de un canal de comunicación se describen en diversas patentes y publicaciones muy conocidas.

65 El sistema 100 incluye un primer y un segundo dispositivo Bluetooth 102, 104. Algunos ejemplos de dispositivos Bluetooth 102, 104 incluyen, por ejemplo, teléfonos celulares CDMA con capacidad Bluetooth, estaciones base telefónicas inalámbricas, ordenadores portátiles, etc. Por motivos ilustrativos, el dispositivo 102 representado está comunicándose activamente con el dispositivo 104, denominado “dispositivo remoto”. Las comunicaciones en moda-

## ES 2 268 323 T3

5 lidad activa incluyen el intercambio de mensajes relacionados con los datos del cliente o el abonado, a diferencia de los metadatos y los datos de red intercambiados durante las comunicaciones en modalidad inactiva o de espera que no están necesariamente asociados con los datos del cliente o el abonado. En una implementación, cada uno de los dispositivos 102, 104 puede comunicarse con uno o más dispositivos adicionales (no representados), gracias al protocolo Bluetooth.

10 En el ejemplo ilustrado, el sistema 100 utiliza el protocolo de red inalámbrica Bluetooth, descrito en la especificación Bluetooth v 1.1, publicada por Bluetooth Special Interest Group. En la presente memoria, el dispositivo Bluetooth 102 está configurado para comunicarse con el dispositivo remoto 104 en la banda ISM de 2,4 GHz utilizando la tecnología de espectro ensanchado por salto de frecuencia ("FHSS"). El dispositivo Bluetooth 102 se comunica con el dispositivo remoto 104 por medio de un enlace inalámbrico Bluetooth 106, utilizando la antena 108.

15 Mediante la tecnología FHSS, los dispositivos Bluetooth 102, 104 reciben y transmiten en 80 canales de frecuencias de 1,0 MHz de amplitud, denominados también "grupos de frecuencias" en la presente solicitud. La duración de cada transmisión Bluetooth se denomina también "intervalo horario" en la presente solicitud y comprende una, tres o cinco "unidades" temporales de 625,0 microsegundos. Por lo tanto, los dispositivos Bluetooth 102, 104 se comunican transmitiendo y recibiendo voz, datos o paquetes de voz y datos en un grupo de frecuencias durante un tiempo igual a un intervalo horario y, a continuación, transmitiendo y recibiendo en otro grupo de frecuencias durante el siguiente intervalo horario, y así sucesivamente.

20 Cuando la comunicación se realiza en una conexión de datos de enlace de conexión asincrónica ("ACL"), los dispositivos 102, 104 utilizan paquetes "DM" y "DH". Un paquete "DM" hace referencia a un paquete de velocidad de transmisión de datos media y un paquete "DH" hace referencia a un paquete de velocidad de transmisión de datos alta. Los paquetes DM y DH presentan un sufijo que hace referencia al número de "unidades" temporales que abarca el paquete particular. Dicho de otro modo, los paquetes DM y DH presentan un sufijo que hace referencia al número de "unidades" temporales necesarias para transmitir el paquete. Por ejemplo, el paquete DM1 se transmite en una unidad temporal y el paquete DH3 se transmite en tres unidades temporales.

30 La velocidad de transmisión de datos del paquete y el número de unidades temporales que abarca el paquete determinan la cantidad de información que transmite el paquete, es decir, la carga útil de datos del paquete. Por ejemplo, el paquete DM1, que abarca una unidad temporal, transmite 18 bytes de información, mientras que el paquete DM3, que abarca tres unidades temporales, transmite 123 bytes de información. Además, cuanto más tiempo permanece un paquete en un grupo de frecuencias particular (cuantas más unidades temporales abarca un paquete), más propenso es el paquete a las interferencias de otra señal en dicho grupo de frecuencias. Por lo tanto, el paquete DM3, que abarca tres unidades temporales, es más propenso a las interferencias que el paquete DM1, que sólo abarca una unidad temporal.

40 Los paquetes DM presentan conexión de errores sin canal de retorno ("FEC"), que es un sistema de protección contra errores diseñado para reducir el número de retransmisiones necesarias para transmitir satisfactoriamente la carga útil de datos de un paquete entre dispositivos Bluetooth transmisores y receptores. La protección contra errores FEC resulta útil para la transmisión de la carga útil de datos de un paquete desde un dispositivo Bluetooth transmisor hasta un dispositivo Bluetooth receptor en un entorno que sufre un nivel de interferencias indeseable. No obstante, en un entorno que contiene un nivel mínimo de interferencias, el sistema de protección contra errores FEC añade una carga adicional innecesaria que reduce el flujo de datos.

45 Los paquetes DM utilizan un sistema de protección FEC de "velocidad 2/3", en el que cada bloque de 10 bits de información se codifica como una palabra de código de 15 bits. Ese código puede corregir todos los errores simples y detectar todos los errores dobles en cada palabra de código. A diferencia de los paquetes DM, que utilizan la protección contra errores FEC de velocidad 2/3, los paquetes DH no proporcionan ninguna protección contra errores FEC. Así pues, por ejemplo, los paquetes DH son adecuados para ser utilizados en entornos relativamente libres de errores en los que se desea un alto flujo de datos, mientras que los paquetes DM son más adecuados para reducir el número de retransmisiones en los entornos generadores de errores, es decir, los entornos que contienen un alto nivel de interferencias.

55 Continuando con la Figura 1, el dispositivo Bluetooth 102 incluye un procesador 116, un receptor 110, un evaluador de la calidad del enlace 112, un transmisor 114, una memoria 118 y una antena 108. La memoria 118 incluye un registro de la métrica del enlace 124 y un mapa selector de paquete/potencia 125.

60 En un ejemplo, el receptor 110 comprende un demodulador compatible con Bluetooth. Asimismo, el transmisor 114 puede comprender un transmisor compatible con el protocolo Bluetooth. El receptor 110 está configurado para recibir paquetes de voz o de datos Bluetooth desde el dispositivo remoto 104, a través del enlace inalámbrico Bluetooth 106 y por medio de la antena 108. De forma no deseada, el receptor 110 también puede recibir interferencias de señales que incluyen señales de hornos microondas y sistemas inalámbricos IEEE 802.11b, por ejemplo.

65 El transmisor 114 está configurado para transmitir mensajes Bluetooth en forma de paquetes de voz o de datos a dispositivos tales como el dispositivo remoto 104, utilizando la antena 108 y el enlace inalámbrico 106. El transmisor 114 ilustrado presenta mensajes 114a que están pendientes de ser transmitidos al dispositivo remoto 104. Los mensajes pendientes 114a pueden implementarse en una memoria tampón, un registro u otro tipo de memoria, aunque,

## ES 2 268 323 T3

como alternativa, los mensajes 114a pueden hallarse en la memoria del procesador 116 o en otro emplazamiento. Por consiguiente, el emplazamiento ilustrado 114a sólo constituye un ejemplo.

El evaluador de la calidad del enlace 112 comprende circuitos para evaluar la calidad de las señales recibidas por el receptor 110. En el ejemplo ilustrado, el evaluador 112 mide la calidad de las señales que llegan en cualquiera de los 80 grupos de frecuencias de la banda ISM de 2,4 GHz. La calidad de la señal puede estimarse por medio de la energía medida (la intensidad total de las señales recibidas), el número de paquetes de un mensaje recibido con errores (“la tasa de errores del paquete”), la relación señal - ruido, el número de mensajes cuya recepción fallida requiere su retransmisión por el dispositivo remoto 104 u otros criterios adecuados. Una estimación particular de la energía medida es el indicador de intensidad de señal recibida (RSSI). Dependiendo de la naturaleza de la evaluación de la señal que se implemente, el evaluador 112 podrá acoplarse al receptor 110, al procesador 116 o a ambos. En el ejemplo ilustrado, la presente invención 112 mantiene un control de la intensidad de las señales recibidas (tanto si son ruido como si no), mantiene un control de la intensidad de las señales Bluetooth auténticas y, además, identifica y efectúa el seguimiento de los niveles de interferencias de señales.

En el ejemplo ilustrado, la memoria 118 comprende una memoria del circuito, tal como una memoria de acceso aleatorio (RAM). No obstante, la memoria 118 puede implementarse mediante una unidad de disco duro, una memoria flash o cualquier tipo de memoria volátil o no volátil. La memoria 118 está acoplada al procesador 116 que podrá leer información de la memoria 118 o escribirla en la misma. La memoria 118 incluye un registro de la métrica del enlace 124 y un mapa selector de paquete/potencia 125. El registro 124 se utiliza para almacenar la información generada por el evaluador 112 y, en particular, información que evalúa la calidad de la señal en las diversas frecuencias de transmisión Bluetooth.

En una implementación específica, el registro 124 comprende una tabla tal como la Tabla 1 proporcionada a continuación. La tabla ilustrada incluye 80 filas, cada una de las cuales corresponde a uno de los 80 grupos de frecuencias de la banda ISM de 2,4 GHz. Para cada grupo de frecuencias, el registro 124 indica la valoración global de la intensidad media de las señales de este grupo (tanto para los datos como para el ruido), la intensidad media de las señales de datos sólo de este grupo de frecuencias y la media de las interferencias de señales (en concreto, la diferencia entre la intensidad global y la intensidad de las señales de datos) calculadas por el evaluador 112. Opcionalmente, las interferencias de señales (columna 5) pueden ser omitidas para ahorrar memoria, puesto que esta información puede obtenerse calculando la diferencia entre la columna 2 y 3. En el ejemplo particular de la Tabla 1, se utiliza el RSSI para medir la calidad de la señal. Entonces, en el ejemplo de la Tabla 1, el grupo de frecuencias 2 presenta una cantidad de ruido significativa, puesto que el RSSI medio global es 25 y el RSSI medio de las señales de datos recibidas es 5. En cambio, el grupo de frecuencias 1 no presenta ruido, puesto que la intensidad media global de la señal y la intensidad media de las señales de datos sólo son iguales.

TABLA 1

*Ejemplo de registro de la métrica del enlace 124*

col. 1	col. 2	col. 3	col. 4	col. 5
Fila	Frec.	Intensidad media global de las señales (dBm)	Intensidad media de las señales recibidas de datos (dBm)	Interferencias de señales (“métrica del enlace”) (dBm)
1	grupo 1	RSSI = 1	RSSI = 1	RSSI = 0
2	grupo 2	RSSI = 25	RSSI = 5	RSSI = 20
3	grupo 3	RSSI = 3	RSSI = 1	RSSI = 2
...	...	...	...	...
80	grupo 80	RSSI = 2	RSSI = 2	RSSI = 0

La memoria 118 incluye además un mapa selector de paquete/potencia 125. El mapa 125 contiene instrucciones, datos, una lógica, una inteligencia artificial u otros datos o una capacidad para tomar decisiones y determinar qué tipo de paquete es el adecuado para transmitir los paquetes pendientes 114a. Esta decisión se basa en el tamaño del mensaje 114a, el grupo de frecuencias que se va a utilizar (según el sistema de salto de frecuencia Bluetooth), las interferencias de señales en dicho grupo de frecuencias (según el registro 124), las características inherentes a cada tipo de paquete diferente (p. ej., número de unidades temporales, la robustez de la corrección de errores, etc.) y cuestiones similares. El mapa 125 también contiene datos o una capacidad de toma de decisiones para determinar qué nivel de potencia es el adecuado para transmitir los mensajes pendientes 114a, basándose en las consideraciones indicadas y, además, el tipo de paquete que debe utilizarse. El mapa 125, o las “reglas de correspondencia” que contiene, puede implementarse

## ES 2 268 323 T3

mediante una tabla de consulta, una base de datos relacional o no relacional, unos circuitos lógicos, una máquina de procesamiento de instrucciones, una inteligencia artificial u otros medios de toma de decisiones adecuados. La Tabla 2 siguiente proporciona un ejemplo de algunas entradas de un mapa selector de paquete/potencia 125, implementado como una tabla de consulta.

TABLA 2

*Ejemplo de mapa 125*

Fila	Valor de métrica de enlace	Grupo de frec.	Longitud de datos pendientes (Bytes)	Tipo de paquete a utilizar, basado en columnas de la izquierda	Nivel de potencia basado de transm., en columnas de la izquierda (dBm)
1	5	2	21	DH1	-10
2	11	4	10	DM1	0
3	5	4	25	DH1	-12
4	17	6	125	DM3	-5
5	15	6	23	DM1	0
6	3	8	127	DH3	-20
7	14	8	112	DM3	-5
8	10	10	12	DM1	-2
...	...	...	...	...	...

La Tabla 2 está configurada para determinar el tipo de paquete y el nivel de potencia de transmisión óptimos para cada circunstancia particular. El tipo de paquete y la potencia de transmisión “óptimos” son los que tienen más probabilidades de mantener el flujo de datos, mientras provocan un nivel mínimo de retransmisiones de paquetes en un grupo de frecuencias particular, y que tienen en cuenta, por ejemplo, las ventajas y propiedades de los tipos de paquetes descritas anteriormente.

A continuación, se describirán en mayor detalle algunos ejemplos de consideraciones. Una de las consideraciones incluye las limitaciones del equipo. Por ejemplo, un modelo conocido de transmisor 114 es capaz de funcionar en el rango comprendido entre -60,0 dBm y 0 dBm, es decir, entre un microwatio y aproximadamente un miliwatio. En esta forma de realización, el nivel de potencia habitual en la transmisión de los paquetes puede hallarse entre -35,0 dBm y -40,0 dBm. Otras consideraciones incluyen las relaciones contrapuestas entre la corrección de errores más robusta y la comunicación más lenta, los paquetes de datos más cortos y la comunicación más lenta, los paquetes de datos más largos y la mayor exposición a las interferencias de señales, la mayor potencia de transmisión y la menor duración de la batería y otras similares. En un ejemplo, en una consideración de relaciones contrapuestas, se reconoce que si las interferencias de señales son significativamente altas (hecho que indica condiciones de deterioro del canal), la Tabla 2 deberá especificar un tipo de paquetes más fiable (o menos propenso a los errores). Por ejemplo, un paquete DM1, que presenta una protección FEC de velocidad 2/3 y que abarca sólo una unidad temporal, es más fiable que un paquete DH3, que no presenta protección FEC y abarca tres unidades temporales. En un ejemplo diferente, la Tabla 2 puede especificar un límite superior para el tamaño del paquete en cada grupo de condiciones, permitiendo al procesador 116 elegir con libertad ese o cualquier otro tamaño de paquete inferior, dependiendo de las circunstancias.

El procesador 116 comprende un aparato de procesamiento de señales digitales que supervisa las operaciones del dispositivo 102. El procesador 116 puede implementarse mediante diversos dispositivos y componentes de hardware, como se indicará en mayor detalle más adelante. Un componente del procesador es el módulo de salto de frecuencia 116a. El módulo 116a comprende un programa de software, una subrutina, un objeto de datos, un dispositivo o un subcomponente de hardware o un circuito, u otro módulo que selecciona los grupos de frecuencias que se van a utilizar en la transmisión de los datos pendientes 114a utilizando la tecnología FHSS, por ejemplo.

Como se ha mencionado anteriormente, las entidades de procesamiento de datos, tales como el dispositivo 102, el dispositivo 104, el procesador 116, el mapa 125 y similares, pueden implementarse de diversas formas. Un ejemplo de implementación es un aparato de procesamiento de datos digitales, como el ilustrado por medio de los componentes de hardware y las interconexiones del aparato de procesamiento de datos digitales 200 de la Figura 2.

## ES 2 268 323 T3

El aparato 200 incluye un procesador 202, tal como un microprocesador, un ordenador personal, una estación de trabajo, un controlador, un microcontrolador, una máquina de estados u otro tipo de máquina de procesamiento, acoplado a una memoria 204. En el presente ejemplo, la memoria 204 incluye una memoria de acceso rápido 206, así como una memoria no volátil 208. La memoria de acceso rápido 206 puede comprender una memoria de acceso aleatorio (“RAM”) y puede utilizarse para almacenar las instrucciones de programación ejecutadas por el procesador 202. La memoria no volátil 208 puede comprender, por ejemplo, una RAM, una EEPROM, una Flash PROM de batería de reserva, uno o más discos de almacenamiento magnético de datos (tales como un “disco duro”), una unidad de cinta o cualquier otro dispositivo de almacenamiento adecuado. El aparato 200 incluye también una entrada/salida 210, tal como una línea, un bus, un cable, un enlace electromagnético u otros medios para que el procesador 202 intercambie datos con otro elemento de hardware externo al aparato 200.

Pese a lo descrito específicamente en la presente memoria, las personas medianamente expertas en la materia (que se beneficien de la presente exposición) reconocerán que el aparato descrito puede implementarse en una máquina de estructura diferente, sin apartarse del alcance de la presente invención. En un ejemplo específico, uno de los componentes 206, 208 puede eliminarse; asimismo, la memoria 204, 206 y/o 208 puede proporcionarse integrada en el procesador 202 o incluso ser suministrada como un elemento externo al aparato 200.

A diferencia de lo que sucede en el aparato de procesamiento de datos digitales descrito anteriormente, en una forma de realización diferente de la presente invención, se utilizan circuitos lógicos en lugar de instrucciones ejecutadas por un ordenador para implementar las entidades de procesamiento del sistema 100. Dependiendo de los requisitos particulares de la aplicación en las áreas de velocidad, gastos, costes de equipamiento y similares, esta lógica puede implementarse construyendo un circuito integrado de aplicación específica (ASIC) que presente miles de diminutos transistores integrados. Dicho ASIC puede implementarse con diseños tipo CMOS, TTL, VLSI u otro tipo de construcción adecuada. Otras alternativas posibles incluyen un chip de procesamiento de señales digitales (DSP), unos circuitos discretos (tales como resistencias, condensadores, diodos, inductores y transistores), una matriz de puertas programable por el usuario (FPGA), una matriz de lógica programable (PLA), un dispositivo de lógica programable (PLD) y similares.

Una vez descritas las características estructurales de la presente invención, se procederá a describir el aspecto funcional de la presente invención. Como se ha mencionado anteriormente, el aspecto funcional de la presente invención incluye generalmente la utilización de un dispositivo Bluetooth para transmitir los datos y sortear mejor las interferencias de señales detectadas.

Siempre que se implementen las funciones de la presente invención mediante una o más secuencias de un programa ejecutado por una máquina, estas secuencias pueden adoptar diversas formas de realización de medios de soporte de señales. En el contexto de la Figura 2, por ejemplo, dichos medios de soporte de señales pueden comprender, por ejemplo, la memoria 204 u otros medios de soporte de señales, tales como un disquete de almacenamiento magnético de datos 300 (Figura 3), a los que el procesador 202 puede acceder de forma directa o indirecta. Tanto si están contenidas en la memoria 204, el disquete 300 o en cualquier otro lugar, las instrucciones pueden almacenarse en una diversidad de medios de almacenamiento de datos legibles por una máquina. Entre los ejemplos de éstos se incluyen las memorias de acceso directo (p. ej., un “disco duro” convencional, una matriz redundante de discos de bajo coste (“RAID”) u otro dispositivo de almacenamiento de acceso directo (“DASD”)), una memoria de acceso serie, tal como una cinta magnética u óptica, una memoria electrónica no volátil (p. ej., una ROM, una EPROM, una Flash PROM o una EEPROM), una RAM de batería de reserva, una memoria óptica (p. ej., un CD-ROM, un WORM, un DVD o una cinta óptica digital), unas fichas de papel “perforadas” u otros medios de soporte de señales adecuados, incluidos los medios de transmisión analógicos o digitales, los enlaces de comunicaciones analógicos y las conexiones inalámbricas. En una forma de realización ilustrativa de la presente invención, las instrucciones legibles por máquina pueden comprender un código de objeto de software, compilado a partir de un lenguaje tal como el lenguaje de ensamblaje, el lenguaje C, etc.

En contraste con los medios de soporte de señales descritos anteriormente, algunas o todas las funciones de la presente invención pueden implementarse utilizando circuitos lógicos, en lugar de utilizar un procesador para ejecutar las instrucciones. Dichos circuitos lógicos, por lo tanto, están configurados para realizar las operaciones que permiten poner en práctica del procedimiento de la presente invención. Los circuitos lógicos pueden implementarse utilizando muchos tipos de circuitos diferentes, como los indicados anteriormente.

Con referencia a la Figura 4, la secuencia 400 describe un ejemplo de procedimiento para evaluar las señales Bluetooth recibidas y medir las interferencias de señales. Como se describirá con referencia a la Figura 5, esta información se utiliza para optimizar las transmisiones Bluetooth y realizarlas satisfactoriamente a pesar de las interferencias de señales. Por motivos ilustrativos y en absoluto restrictivos, la secuencia 400 se describirá dentro del contexto del dispositivo Bluetooth 102 durante su comunicación con el dispositivo remoto 104 (Figura 1).

En la etapa 401, se establece el mapa 125. Esta etapa puede realizarse de diferentes maneras, dependiendo de la estructura del mapa 125. Por ejemplo, la etapa 401 puede conllevar la participación de programadores, ingenieros, técnicos o diseñadores para la construcción de una tabla de consulta, la configuración de los circuitos lógicos, la preparación de una unidad de inteligencia artificial o cualquier otro tipo de configuración del mapa 125. En esta etapa, la configuración del mapa 125 está destinada a permitir la elección del tipo de paquete y el nivel de potencia adecuado para transmitir los mensajes 114a y mantener el flujo de datos mientras se genera un nivel mínimo de retransmisiones

## ES 2 268 323 T3

de paquetes para cada grupo de frecuencias particular. El mapa 125 proporciona unas reglas de correspondencia que correlacionan los diferentes tipos de paquetes que se van a utilizar en la transmisión con una serie de condiciones diversas que incluyen, como mínimo, las características de interferencias de señales medidas. A continuación, se proporcionan algunos ejemplos.

5 En un ejemplo, si la actualización más reciente del grupo de frecuencias 4 proporciona una métrica de enlace de valor 5 y la cantidad de datos que se debe transmitir es de 25 bytes, entonces se elige un paquete DH1 con un nivel de potencia de transmisión de -12 dBm (como se especifica en la fila 3 de la Tabla 2 anterior). En otro ejemplo, si la actualización más reciente del grupo de frecuencias 6 proporciona una métrica de enlace de valor 15 y la cantidad de datos que se debe transmitir es de 23 bytes, se selecciona un paquete DM1 con una potencia de transmisión de 0 dBm (como se especifica en la fila 5 de la Tabla 2 anterior). Los 6 bytes restantes se transmiten en la siguiente unidad temporal. En otro ejemplo, si la actualización más reciente del grupo de frecuencias 8 proporciona una métrica de enlace de valor 14 y la cantidad de datos que se debe transmitir es de 112 bytes, entonces se selecciona un paquete DM3 y el nivel de potencia de transmisión se establece en - 5dBm (como se especifica en la fila 7 de la Tabla 2 anterior).

20 En la etapa 402, el procesador 116 inicializa el registro de la métrica del enlace 124. Por ejemplo, el procesador 116 puede abrir una tabla en blanco, suprimir el contenido de una tabla establecida previamente, crear una estructura de datos o inicializar de cualquier otro modo un objeto de datos adecuado para el registro 124.

25 En la etapa 406, el procesador 116 o el receptor 110 determinan si el dispositivo 102 ha recibido alguna señal desde otros dispositivos Bluetooth. Esto puede realizarse, por ejemplo, examinando la memoria tampón de recepción (no representada), interrogando el receptor 110, examinando un registro que contiene las señales recibidas anteriormente y que no han sido sometidas a evaluación de las interferencias de señales, o mediante otra técnica. Cuando existe alguna señal recibida que no ha sido evaluada (como se describirá más adelante), el procedimiento 400 avanza desde la etapa 406 hasta la etapa 407, donde el evaluador de la calidad del enlace 112 selecciona la siguiente señal recibida (según la hora de recepción, la prioridad, el grupo de frecuencias o cualquier otro criterio de selección) y, a continuación, mide la calidad de la señal recibida. Como se ha indicado anteriormente, el evaluador 112 puede medir la calidad de la señal basándose en la energía medida (la intensidad total de las señales recibidas o el RSSI), el número de paquetes de un mensaje recibido con errores (“tasa de errores del paquete”), la relación señal - ruido, el número de mensajes cuya recepción ha fallado y que requieren, pues, ser retransmitidos por el dispositivo remoto 104 u otros criterios adecuados. Cuando está activo, el evaluador 112 utiliza información del receptor 110 o el procesador 116, dependiendo de la naturaleza de la evaluación de la señal. Por ejemplo, la relación señal-ruido puede determinarse basándose en la información del receptor 110, mientras que la información de los errores del paquete puede obtenerse a partir del procesador 116.

35 Después de la etapa 407, el procesador 116 actualiza en la etapa 408 la intensidad media global de la señal del registro 124 (columna 3, Tabla 1). A continuación, en la etapa 409, se determina si la señal recibida actualmente representa datos de otro dispositivo Bluetooth o interferencias de señales, basándose en la medición de la etapa 407. A grandes rasgos, en la etapa 409, se compara la calidad medida de la señal recibida con una media a largo plazo para esta característica. Si la señal actual presenta una desviación brusca respecto de la norma, se concluye que hay interferencias de señales, y la etapa 409 avanza hasta la etapa 411 para actualizar las interferencias de señales indicadas en el registro 124, en particular, la diferencia entre la intensidad media *global* de la señal (actualizada en la etapa 408) y la intensidad media constante de la señal de *datos*. Por el contrario, si en la etapa 409 se determina que la señal evaluada representa datos, la etapa 409 avanza hasta la etapa 410, donde el procesador 116 actualiza la intensidad de la señal de datos sólo. Por ejemplo, si el registro 124 mantiene una media acumulativa de los RSSI de las señales de datos (representada en la columna 4 de la Tabla 1), el procesador 116 actualiza la media indicada en el registro 124 para que incluya la intensidad de la señal actual. Tras la etapa 410, se realiza la etapa 411, en la que se actualizan las interferencias de señales indicadas en el registro 124, en concreto, la diferencia entre la intensidad media global de la señal (actualizada en la etapa 408) y la intensidad media de la señal de datos (actualizada en la etapa 410). Después de la etapa 411, la rutina 400 vuelve a la etapa 406 para buscar otras señales recibidas que deban ser procesadas.

55 En un ejemplo más particular de la etapa 409, el evaluador del enlace 112 puede comparar el RSSI de la señal recibida con la media a largo plazo de las señales de datos recibidas (p. ej., utilizando la columna 3 de la Tabla 1). Esta media puede referirse a las señales recibidas durante un intervalo de tiempo reciente, las señales recibidas en el mismo grupo de frecuencias u otro grupo de señales recibidas. Si el RSSI actual sobrepasa la norma en 5 dBm, 10 dBm u otra cantidad predeterminada, entonces el evaluador del enlace 112 concluye, en la etapa 409, que la señal actual es una interferencia en lugar de datos Bluetooth. En otro ejemplo, el evaluador del enlace 112 puede calcular una tasa media a largo plazo de los errores del paquete (p. ej., de fallos de CRC). Si el fallo de CRC de la señal actual sobrepasa la norma en un margen predeterminado, el evaluador del enlace 112 concluye, en la etapa 409, que la señal actual es una interferencia en lugar de datos Bluetooth.

65 Con referencia a la Figura 5, la secuencia 500 describe un ejemplo de procedimiento para optimizar las transmisiones Bluetooth y superar las interferencias de señales, utilizando el registro de la métrica del enlace 124 preparado de la secuencia 400. Por motivos ilustrativos y en absoluto restrictivos, la secuencia 500 se describirá en el contexto del dispositivo Bluetooth 102 durante su comunicación con el dispositivo remoto 104 (Figura 1).

## ES 2 268 323 T3

En la etapa 508, el procesador 116 o el transmisor 114 determinan si existe algún mensaje pendiente de ser transmitido a un dispositivo remoto, tal como el 104. En la forma de realización ilustrada, esta determinación se efectúa examinando los mensajes pendientes 114a. Si existe algún mensaje pendiente de transmisión, entonces se realiza la etapa 510, en la que el procesador 116 identifica el siguiente mensaje 114a que se va a transmitir al dispositivo remoto 104. En la presente memoria, este mensaje se denomina “siguiente mensaje pendiente”. Asimismo, en la etapa 510, el procesador 116 recibe información desde el módulo de salto de frecuencia 116a, que indica el siguiente grupo de frecuencias que debe utilizarse para transmitir el siguiente mensaje pendiente 114a al dispositivo remoto 104.

En la etapa 512, el procesador 116 elige el tipo de paquete y el nivel de potencia que se van a utilizar en la transmisión del siguiente mensaje pendiente 114a que ha sido identificado en la etapa 510. Más particularmente, el procesador 116 aplica el mapa 125 al registro histórico de interferencias de señales asociado al grupo de frecuencias que se ha seleccionado en la etapa 510. El registro histórico de interferencias de señales se obtiene a partir del registro 124, preparado anteriormente en la etapa 407. Por ejemplo, las interferencias de señales de la Tabla 1 ilustrada se obtienen calculando la diferencia entre la intensidad media global de la señal y la intensidad media de la señal de datos sólo.

En la etapa 512, se determina qué tipo o tipos de paquetes deben utilizarse en la transmisión del siguiente mensaje pendiente al dispositivo Bluetooth remoto 104. Dependiendo del contenido del mapa 125, el procesador 116 puede aplicar también el mapa 125 a cualquier otra propiedad aplicable del siguiente mensaje pendiente, las interferencias de señales calculadas u otras condiciones. Un ejemplo de una condición adicional es el tamaño del mensaje que se va a enviar. Como otro componente de la etapa 512, el procesador 116 selecciona el nivel de potencia de transmisión aplicando el mapa 125 a las características de interferencias de señales calculadas, la frecuencia designada del módulo 116a, el tipo de paquete de datos seleccionado y cualquier otra propiedad relevante especificada en el mapa 125.

En una forma de realización diferente de la etapa 512, el mapa 125 puede especificar que el procesador 116 debe utilizar una rutina de selección de paquete/potencia Bluetooth convencional siempre que las interferencias de señales indicadas en el registro 124 no sobrepasen un umbral predeterminado y que, en cambio, debe utilizar la rutina de selección de paquete/potencia Bluetooth convencional dentro de ciertos límites cuando las interferencias de señales sobrepasen el umbral. Por ejemplo, el mapa 125 puede establecer que, si las interferencias de señales sobrepasan un umbral de -25,0 dBm para el grupo de frecuencias 30, las futuras transmisiones que utilicen ese grupo de frecuencias 30 deben limitarse a los tipos de paquetes DM1, DM3 o DH1. En este ejemplo, pueden utilizarse umbrales diferentes para grupos de frecuencias diferentes, o puede aplicarse un umbral universal a todos los grupos de frecuencias. Por otra parte, es posible establecer, para todos los tipos de paquetes, límites superiores diferentes para los grupos de frecuencias diferentes, o un conjunto de límites universal para los paquetes de datos.

Tras la etapa 512, el procesador 116 ordena al transmisor 114, en la etapa 514, que transmita el siguiente mensaje pendiente 114 utilizando el tipo de paquete de datos y el nivel de potencia de transmisión elegidos en la etapa 512. Tras la etapa 514, el programa 500 regresa a la etapa 508 para procesar otro mensaje pendiente de transmisión.

Aunque la exposición anterior se refiere a una serie de formas de realización ilustrativas de la presente invención, resultará evidente para los expertos en la materia que es posible realizar diversos cambios y modificaciones a la presente invención sin apartarse del alcance de la misma definido en las reivindicaciones adjuntas. Además, aunque algunos elementos de la presente invención puedan ser descritos o reivindicados en singular, el plural también debe ser considerado, a menos que se indique explícitamente la limitación al singular. Asimismo, las personas medianamente expertas en la materia reconocerán que, aunque las secuencias operativas deban ser expuestas en cierto orden específico por motivos descriptivos y reivindicativos, la presente invención contempla diversos cambios que no cumplen dicho orden específico.

Las personas medianamente expertas en la materia correspondiente comprenderán también que la información y las señales pueden representarse mediante una diversidad de tecnologías y técnicas diferentes. Por ejemplo, todos los datos, instrucciones, mandatos, informaciones, señales, bits, símbolos y chips a los que se hace referencia en la presente memoria pueden representarse mediante tensiones, corrientes, ondas electromagnéticas, campos o partículas magnéticas, campos o partículas ópticas, otros elementos o una combinación de los anteriores.

Por último, las personas medianamente expertas en la materia apreciarán que todos los bloques lógicos, módulos, circuitos y etapas de procedimientos ilustrativos descritos en la presente memoria pueden implementarse como hardware electrónico, software de ordenador o combinaciones de ambos. Para ilustrar un ejemplo de forma de realización, se han descrito diversos aspectos funcionales de la presente invención en términos de componentes, bloques, módulos, circuitos y etapas ilustrativas. La decisión de implementar dichas funciones como hardware, software o ambos depende de la aplicación particular y de las restricciones de diseño impuestas sobre el conjunto del sistema. Los expertos en la materia pueden implementar las funciones descritas de maneras diversas para cada aplicación particular, sin que dichas decisiones de implementación supongan apartarse del alcance de la presente invención.

REIVINDICACIONES

5 1. Procedimiento para optimizar las transmisiones Bluetooth en presencia de interferencias de señales, que comprende las etapas siguientes:

establecer (401) las reglas de correspondencia que imponen los tipos de paquetes Bluetooth diferentes que deben utilizarse para la transmisión bajo diversas condiciones especificadas, que incluyen unas características de interferencias de señales predeterminadas;

10 medir (407) las características de interferencias de señales en frecuencias Bluetooth diferentes;

identificar (508) los mensajes que están pendientes de ser transmitidos a por lo menos un dispositivo Bluetooth remoto;

15 recibir (510) la designación de frecuencias que se deben utilizar para transmitir los mensajes pendientes al dispositivo Bluetooth remoto según un sistema de salto de frecuencia predeterminado;

20 aplicar (512) las reglas de correspondencia a unas condiciones que incluyen, por lo menos, las características de interferencias de señales medidas para las frecuencias designadas, para seleccionar los tipos de paquetes Bluetooth que se deben utilizar para transmitir los mensajes identificados al dispositivo Bluetooth remoto,

**caracterizado** porque:

25 la etapa de medición (407) comprende las etapas siguientes para las señales recién recibidas:

actualizar (408) un registro de la intensidad de señal media de todas las señales para que incluya las intensidades de las señales recién recibidas;

30 actualizar (410) un registro de la intensidad de señal media de las señales de tipo Bluetooth sólo, realizando unas etapas que comprenden las etapas siguientes:

35 determinar (409) si la intensidad de señal de una señal recién recibida se halla dentro de un margen predeterminado de la intensidad media de las señales de tipo Bluetooth sólo; y únicamente en caso de ser así, considerar la señal recién recibida como una señal Bluetooth y actualizar la intensidad de señal media de las señales de tipo Bluetooth sólo para que incluya la señal recién recibida.

40 2. Procedimiento según la reivindicación 1 que comprende además la etapa siguiente:

transmitir (514) los mensajes identificados al dispositivo Bluetooth remoto utilizando los tipos de paquetes seleccionados.

45 3. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que las condiciones especificadas incluyen además el tamaño del mensaje que se va a transmitir.

50 4. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que las reglas de correspondencia incluyen además la imposición de los niveles de potencia de transmisión que se deben utilizar para transmitir, y en el que la etapa de aplicación comprende además la aplicación de las reglas de correspondencia a condiciones que incluyen los niveles de potencia de transmisión que deben utilizarse para transmitir los mensajes identificados al dispositivo Bluetooth remoto.

55 5. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la etapa de medición (407) de las características de interferencias de señales comprende la cuantificación de por lo menos uno de los siguientes valores:

la intensidad analógica de las señales recibidas;

la relación señal - ruido de las señales recibidas;

60 los errores producidos en la recepción de las señales;

las etapas de recepción fallidas que requieren la retransmisión.

65 6. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que:

la etapa de establecimiento (401) comprende el establecimiento de las reglas de correspondencia que imponen los tipos de paquetes Bluetooth predeterminados que se deben utilizar para transmitir cuando las características de interferencias de señales sobrepasan un umbral predeterminado; y en el que la etapa de

## ES 2 268 323 T3

medición (407) comprende la determinación de si las características de interferencias de señales sobrepasan el umbral predeterminado.

5 7. Medios de soporte de señales (300) que adoptan de manera tangible la forma de realización de un programa de instrucciones legibles por máquina y ejecutables por un aparato de procesamiento digital para realizar las etapas del procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.

10 8. Circuitos lógicos (200) de múltiples elementos conductores de electricidad interconectados que comprenden unos medios adaptados para realizar las etapas de optimización de las transmisiones Bluetooth en presencia de interferencias de señales, según el procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.

9. Dispositivo Bluetooth (102) que incluye un transmisor (114), un receptor (110) y un procesador (116);

15 un registro de la métrica del enlace (124);

un mapa selector de paquete/potencia (125) que proporciona las reglas de correspondencia que imponen los tipos de paquetes Bluetooth que deben utilizarse para transmitir bajo diversas condiciones especificadas, que incluyen unas características de interferencias de señales predeterminadas,

20 un evaluador del enlace configurado para medir las características de señales de interferencias en frecuencias Bluetooth diferentes;

estando configurado el procesador (116) para realizar las etapas de optimización de las transmisiones Bluetooth en presencia de interferencias de señales, comprendiendo dichas etapas las etapas siguientes:

25 identificar (508) los mensajes pendientes de ser transmitidos a por lo menos un dispositivo Bluetooth remoto;

30 recibir (510) la designación de frecuencias que deben utilizarse para transmitir los mensajes pendientes al dispositivo Bluetooth remoto según un sistema de salto de frecuencia predeterminado;

35 aplicar (512) las reglas de correspondencia a condiciones que incluyen por lo menos las características de interferencias de señales medidas para las frecuencias designadas, para seleccionar los tipos de paquetes Bluetooth que se deben utilizar para transmitir los mensajes identificados al dispositivo Bluetooth remoto;

**caracterizado** porque:

40 la etapa de medición (407) comprende las etapas siguientes para las señales recién recibidas:

actualizar (408) un registro de la intensidad de señal media de todas las señales para que incluya las intensidades de señal de las señales recién recibidas;

45 actualizar (410) un registro de la intensidad de señal media de las señales Bluetooth sólo realizando unas etapas que comprenden las siguientes:

determinar la intensidad de señal de una señal recién recibida se halla dentro de un margen predeterminado de la intensidad de señal media de las señales Bluetooth sólo; y

50 únicamente en caso de ser así, considerar la señal recién recibida como una señal Bluetooth y actualizar la intensidad de señal media de las señales Bluetooth sólo para que incluya la señal recién recibida.

55

60

65

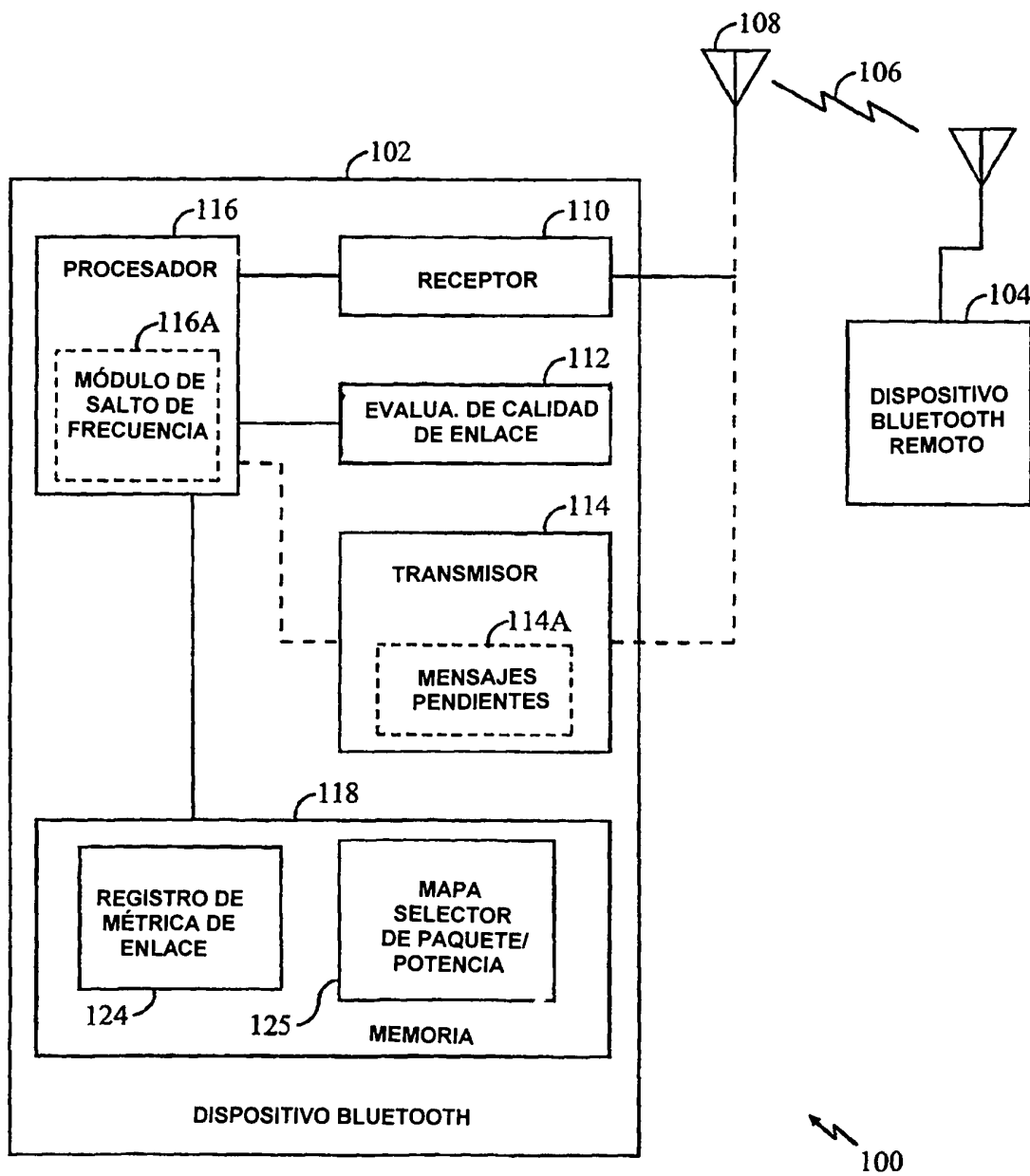


FIG. 1

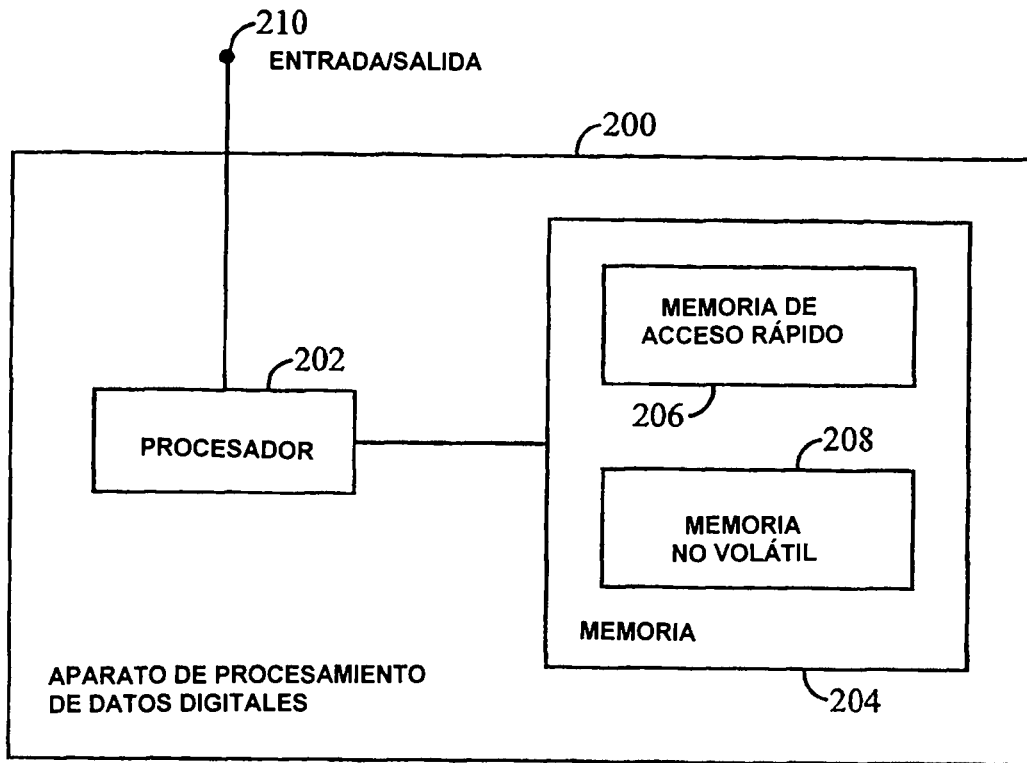


FIG. 2

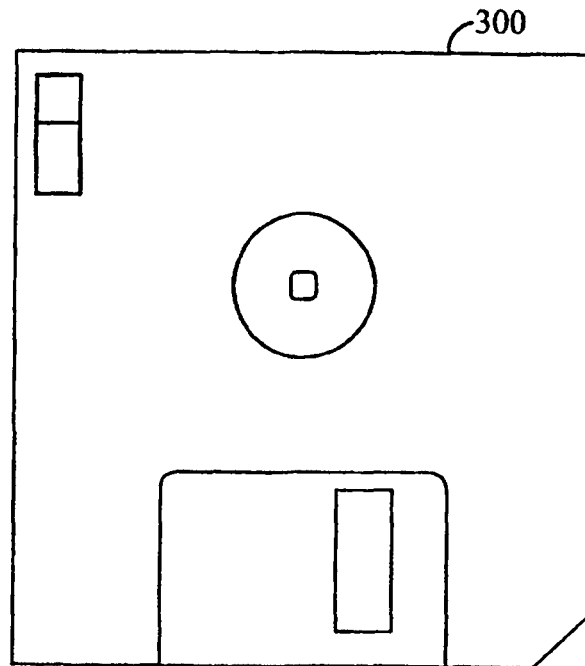


FIG. 3

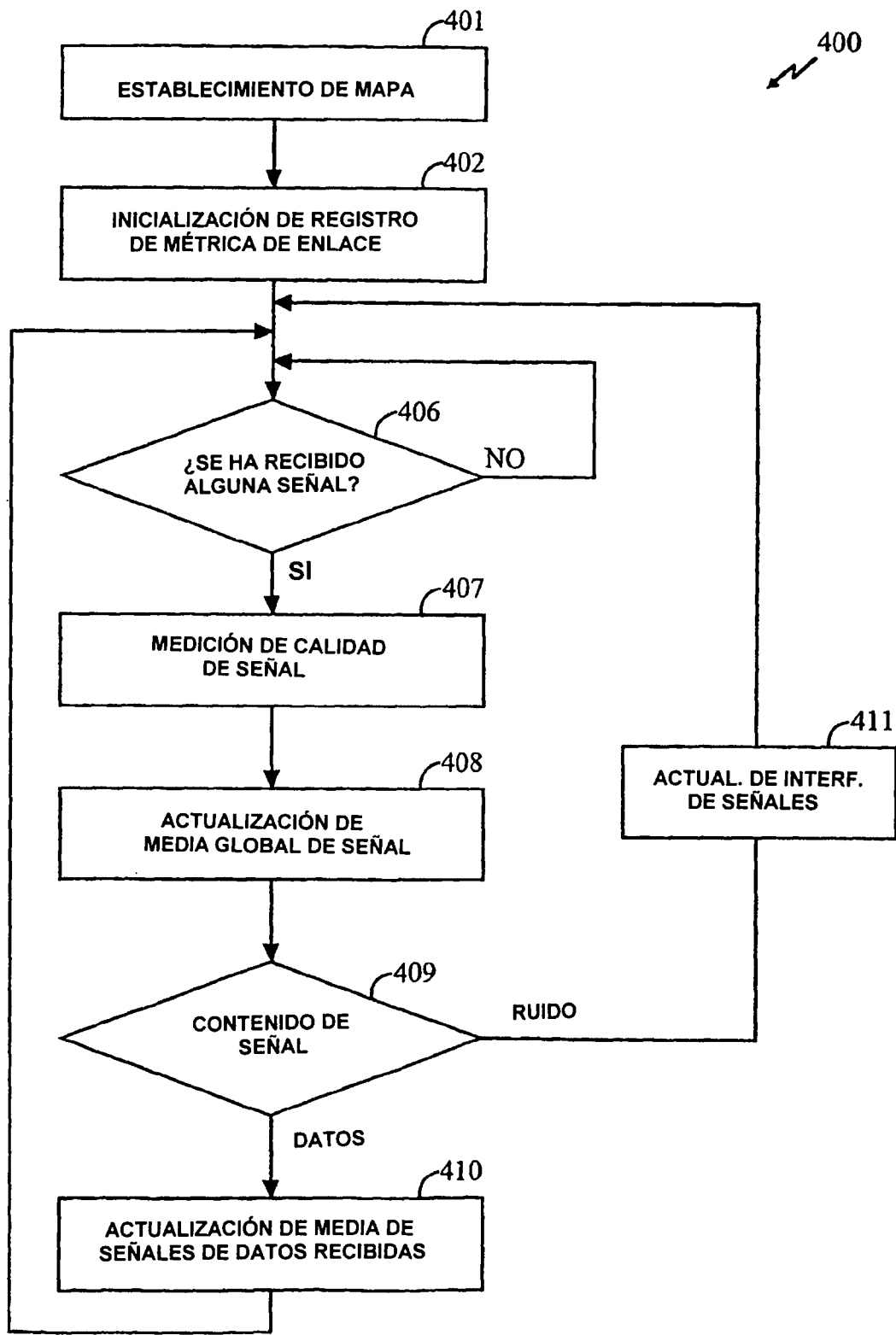


FIG. 4

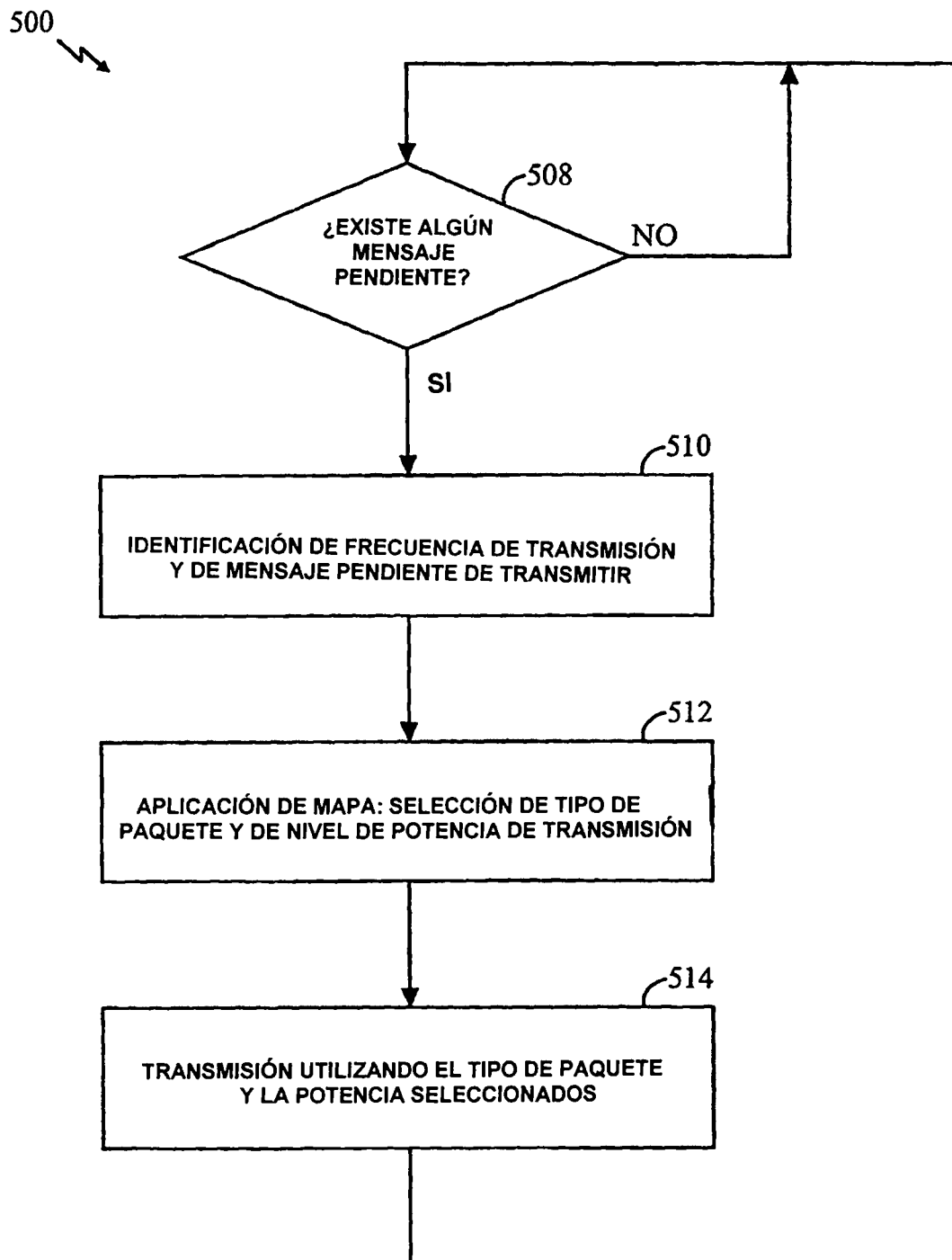


FIG. 5