

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 637 813**

51 Int. Cl.:

**H01Q 9/28** (2006.01)

**H01Q 9/42** (2006.01)

**H01Q 1/38** (2006.01)

**H01Q 5/00** (2015.01)

**H01Q 1/24** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.03.2010 E 10156811 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.08.2017 EP 2234208**

54 Título: **Antena multibanda de circuito impreso y método de fabricación de la misma**

30 Prioridad:

**24.03.2009 US 163022 P**  
**22.12.2009 US 645246**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**17.10.2017**

73 Titular/es:

**UTC FIRE & SECURITY AMERICAS  
CORPORATION, INC. (100.0%)  
8985 TOWN CENTER PARKWAY  
BRADENTON, FLORIDA 34202, US**

72 Inventor/es:

**CHRISTIAN, RENE y  
SANDLER, BERNARD**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 637 813 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

Antena multibanda de circuito impreso y método de fabricación de la misma

### ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Campo de la invención

- 5 Las realizaciones descritas en la presente memoria se refieren a una antena multibanda de circuito impreso y, más particularmente, a una antena multibanda de circuito impreso con una primera pista que opera en una banda de baja frecuencia sobre una primera superficie de la placa de circuito impreso y una segunda pista que opera en una banda de alta frecuencia sobre una segunda superficie opuesta de la placa de circuito impreso.

Descripción de la técnica relativa

- 10 Los dispositivos de comunicación portátiles que se comunican con servicios inalámbricos operan frecuentemente en diferentes bandas de frecuencia. Se pueden utilizar diferentes bandas de frecuencias, por ejemplo, en diferentes regiones geográficas, para diferentes proveedores inalámbricos y para diferentes servicios inalámbricos. Los buscapersonas, terminales de datos, teléfonos móviles, otros dispositivos inalámbricos y dispositivos inalámbricos de función combinada requieren a menudo una antena o múltiples antenas que respondan a múltiples bandas de
- 15 frecuencias. Como ejemplo de una necesidad para la recepción y transmisión multibanda, al menos algunos teléfonos móviles "universales" deben adecuarse a las siguientes bandas: Sistema Global para Comunicación con Móviles o Grupo Especial Móvil (GSM); Sistemas Celulares Digitales (DCS); y Servicios de Comunicación Personal (PCS).

- 20 Ejemplos de antenas multibanda para uso en comunicaciones móviles se describen en la publicación WO 2005/076407 A2.

- Aunque existen diversos diseños disponibles para antenas externas multibanda, los dispositivos de comunicación portátiles convencionales alojan antenas internamente o dentro de una carcasa del dispositivo sobre una placa de
- 25 circuito impreso (PCB). Sin embargo, las antenas PCB convencionales son incapaces de alcanzar cuatro anchos de banda, tales como 850 MHz, 900 MHz, 1800 MHz y 1900 MHz simultáneamente. Además, las antenas PCB convencionales no pueden conseguir anchos de banda muy bajos, tales como 824 MHz, sin tener que extender una antena para interactuar con otros componentes dentro de un dispositivo. Un factor que hace que las antenas PCB convencionales sean incapaces de conseguir capacidades multibanda es que las pistas en las antenas PCB convencionales incluyen más de cuatro curvas (por ejemplo, cuatro giros de 90°) adoptando, por ejemplo, forma de
- 30 espiral. Sin embargo, cuantas más curvas hace una pista, es menos eficaz como radiador porque la pista interactuará con el material del PCB y por lo tanto, disipará más energía en el PCB en lugar de radiar la energía.

- La figura 12 es un ejemplo de un sistema convencional 1200 diseñado para transferir una tierra a una placa base 1202. El aparato convencional 1200 comprende dos cables coaxiales 1204 y 1205 y una antena 1206 con un
- 35 extremo de tierra soldado a una tierra de una placa base 1202. Adicionalmente, un cable coaxial de tierra 1210 está soldado a un borde de la placa base 1202, permitiendo tan sólo que un conductor central haga contacto con una base de la antena 1206. Los aparatos convencionales tienen diversos problemas cuando conectan, por ejemplo, la antena 1206 a una radio 1212. Por ejemplo, la radio 1212 es un PCB secundario que tiene una tierra que está mal conectada a la placa madre 1202.

- Adicionalmente, los aparatos convencionales descuidan un efecto de los cables coaxiales. Por lo tanto, a menos que
- 40 haya un balun en la base de la antena o a menos que la antena este alimentada con una línea de transmisión verdaderamente diferencial, las corrientes de radiofrecuencia fluyen sobre el exterior del cable coaxial y radian, lo cual es no es deseable.

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

De acuerdo con la invención, se proporciona una antena multibanda como se expone en la reivindicación 1.

### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 45 Las realizaciones no limitativas y no exhaustivas se describen con referencia a las siguientes figuras, en las que los mismos números de referencia se refieren a partes similares a lo largo de las diferentes vistas a menos que se especifique lo contrario.

La Figura 1 es un diagrama de bloques de una red de comunicación inalámbrica ejemplar.

La figura 2 es un diagrama de bloques de un dispositivo de comunicación inalámbrica ejemplar.

- 50 La figura 3 es una vista esquemática de una primera superficie de una placa de circuito impreso ejemplar que incluye una primera pista.

La figura 4 es una vista esquemática de una segunda superficie de una placa de circuito impreso ejemplar que incluye una segunda pista.

La figura 5 es una vista esquemática de una primera superficie de una placa de circuito impreso ejemplar incluye una primera pista.

- 5 La figura 6 es una vista esquemática de una segunda superficie de una placa de circuito impreso ejemplar que incluye una segunda pista.

La figura 7 es una vista esquemática de una primera superficie de una placa de circuito impreso ejemplar que incluye una primera pista.

- 10 La Figura 8 es una vista esquemática de una segunda superficie de una placa de circuito impreso ejemplar que incluye una segunda pista.

La figura 9 es un gráfico que muestra un rendimiento máximo disponible con relación a la pérdida por reflexión de una antena PCB multibanda.

La figura 10 es un gráfico que muestra las mediciones de pérdida por reflexión.

La figura 11 es una porción del gráfico mostrado en la figura 10.

- 15 La figura 12 es un ejemplo ilustrativo de un aparato convencional diseñado para transferir una tierra a una placa base.

Las figuras 13 y 14 son ejemplos ilustrativos de un aparato ejemplar para transferir una tierra a una placa base de acuerdo con realizaciones de la presente descripción.

#### DESCRIPCION DETALLADA DE LA INVENCION

- 20 Haciendo referencia inicialmente a la Figura 1, se muestra un diagrama de bloques de una red de comunicación inalámbrica ejemplar y diseñada generalmente como red inalámbrica 100. En una realización, la red inalámbrica 100 puede ser cualquier red de comunicación inalámbrica que comprenda dos o más dispositivos de comunicación inalámbrica 102 y 104. La red inalámbrica 100 puede utilizarse para comunicar cualquier tipo o combinación de información en cualquier formato adecuado incluyendo, sin limitación, el formato de audio, vídeo y/o datos. En una  
25 realización, los dispositivos de comunicación 102 y 104 pueden comunicarse directa o indirectamente (por ejemplo, a través de uno o más de los dispositivos inalámbricos 102 y 104 actuando como un encaminador inalámbrico) con un sistema de comunicación inalámbrica 106, aunque tal comunicación no sea necesaria.

- Adicionalmente, el sistema de comunicación inalámbrica 106 puede ser cualquier sistema de acceso público o cualquier sistema privado y puede usar cualquier protocolo de acceso y/o enlace apropiado para comunicarse con  
30 los dispositivos de comunicación inalámbrica 102 y 104 incluyendo, sin limitación, analógico, digital, basado en paquetes, acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA) acceso múltiple por división de código (CDMA), tales como secuencia directa CDMA, salto de frecuencia CDMA, acceso múltiple por división de código de banda ancha (WCDMA), acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), espectro ensanchado o cualquier otro acceso o  
35 protocolo de enlace o metodología conocido o en desarrollo. El sistema de comunicación inalámbrica 106 puede utilizar además cualquiera de una variedad de protocolos de red, tales como, por ejemplo, Protocolo de Datagramas de Usuario (UDP), Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet (TCP/IP), APPLETTALK, Intercambio Entre Paquetes/intercambio Secuencial de Paquetes (IPX/SPX), Sistema de Entrada Salida Básico de Red (Net BIOS), o cualquier protocolo privado o no privado, para comunicar información digital de voz, datos y/o video con  
40 dispositivos inalámbricos 102 y 104 y/o otras redes a las que se pueda conectar el sistema de comunicación inalámbrica 106. Por ejemplo, el sistema de comunicación inalámbrica 106 puede estar conectado a una o más redes de área ancha, tales como Internet 108 y/o una red telefónica pública conmutada 118.

- Cada dispositivo de comunicación inalámbrica 102 y 104 puede ser, por ejemplo, un teléfono celular, un terminal de datos móvil, una radio bidireccional, un asistente digital personal (PDA), un ordenador de mano, un ordenador portátil, un dispositivo de correo electrónico inalámbrico, un dispositivo de mensajería bidireccional o cualquier  
45 combinación de los mismos que haya sido modificado o fabricado para incluir la funcionalidad del asunto del objeto descrito. En la siguiente descripción, el término "dispositivo de comunicación inalámbrica" se refiere a cualquiera de los dispositivos mencionados anteriormente y cualquier dispositivo adecuado que funcione de acuerdo con el tema descrito.

- Cada dispositivo de comunicación inalámbrico 102 y 104 como se muestra, comprende por lo menos una realización  
50 de una antena multibanda 110 en circuito impreso (PCB), junto con varios otros componentes como se describe con más detalle a continuación con respecto a la Figura 2. La antena PCB multibanda 110 está configurada para recibir y transmitir mensajes y otras señales en al menos una banda de baja frecuencia y en al menos una banda de alta frecuencia. En una realización, la antena PCB multibanda 110 está también cubierta por una envoltura protectora (no mostrada), tal como una envoltura.

Con referencia ahora a la figura 2, se muestra un diagrama de bloques de un dispositivo de comunicación inalámbrica ejemplar que funciona en la red de comunicación inalámbrica 100 y diseñado en general como dispositivo de comunicación inalámbrica 200. En una realización, todos los dispositivos de comunicación en la red inalámbrica 100 pueden configurarse de manera idéntica a, o al menos sustancialmente, similar a la configuración del dispositivo de comunicación inalámbrica 200.

El dispositivo de comunicación inalámbrica 200 comprende la antena PCB multibanda mencionada anteriormente 110 y un procesador 204, una memoria 206 y una interfaz de usuario 208. En una realización, el dispositivo de comunicación inalámbrica 200 comprende además una pantalla 210 y/o un circuito de aviso 212, así como otros componentes convencionales (no mostrados).

Como se ha indicado anteriormente, la antena PCB multibanda ejemplar 110 está configurada para transmitir señales de mensajes a y/o recibir señales de mensajes desde otro dispositivo inalámbrico y/o sistema de comunicación inalámbrica 106. Las señales de los mensajes pueden ser, por ejemplo, señales de radio y/o señales moduladas de audio, video y/o datos. En una realización, las señales de los mensajes se comunican a través de canales preestablecidos dentro de una banda de frecuencia seleccionada, por ejemplo, bandas de frecuencia establecidas por el Sistema Global de Comunicación con Móviles o Grupo Móvil Especial (GSM) (por ejemplo, 824 MHz, 850 MHz y 900 MHz); Sistemas Celulares Digitales (DCS) (por ejemplo, 1800 MHz); y Servicios de Comunicación Personal (PCS) (por ejemplo, 1900 MHz). A diferencia de las antenas PCB convencionales, la antena PCB multibanda 110 descrita en este documento es capaz de tener suficiente ancho de banda para conmutar entre dos bandas de frecuencia y cuatro bandas de frecuencia, por ejemplo, dos bandas de baja frecuencia y dos bandas de alta frecuencia.

En una realización, la antena PCB multibanda 110 emplea técnicas de desmodulación para recibir señales de mensajes entrantes transmitidos por otro dispositivo inalámbrico o por el sistema de comunicación 106, así como técnicas de modulación y amplificación para transmitir señales de mensajes salientes a otros dispositivos de comunicación y/o sistema de comunicación inalámbrica 106. En una realización, el procesador 204 está configurado para enviar señales de mensajes a otro dispositivo de comunicación o sistema de comunicación inalámbrica 106 a través de la antena PCB multibanda 110. La señal de mensajes transmitida puede comprender, por ejemplo, uno o más paquetes de datos que contienen información de señales de radio, audio, textos, gráficos y/o video.

Haciendo referencia a las Figuras 3 y 4, la antena PCB multibanda 110 comprende una primera superficie 302 y una segunda superficie opuesta 304. Un primer lado 306, un segundo lado 308, un tercer lado 310 y un cuarto lado 312 definen al menos parcialmente una periferia del PCB 320. Aunque el PCB 320 se muestra en las figuras 3 y 4 como un rectángulo, el PCB 320 puede tener cualquier forma y/o configuración adecuadas incluyendo, sin limitación, cualquier polígono, circular u otra forma y/o configuración adecuadas.

En una realización, la primera superficie 302 comprende una primera pista 314 de material conductor acoplada a, y que se extiende a lo largo, o con respecto a, al menos una porción de una longitud del primer lado 306 próxima a, por ejemplo, en o próxima al perímetro 301 del PCB 320 y al menos a una porción de una longitud del segundo lado 308 que se cruza con el primero 306. En una realización, la primera pista 314 se imprime en la primera superficie 302 y comprende un material conductor hecho de al menos uno de los siguientes: cobre y/o chapado Enig (que es Electroless) y chapado en oro sobre níquel (que evita la oxidación y mantiene una alta conductividad, baja resistividad y, por lo tanto, alto rendimiento de la antena). Por lo tanto, a diferencia de las pistas convencionales que adoptan una forma en espiral, o que comprenden curvas múltiples (por ejemplo cinco o más curvas a 90°) sin extenderse a lo largo del perímetro de dos o más lados de una antena PCB, como se muestra en la Figura 3, la primera pista 314 se curva una vez y se extiende a lo largo de la longitud del primer lado 306 y de la longitud del segundo lado 308 a lo largo del perímetro 301 del PCB 320. Así, utilizando el perímetro exterior 301 del PCB 320, la primera pista 314 sólo requiere una curva. Se ha encontrado por los inventores de la presente descripción, que cuanto menos curvas tenga una pista, menos interactuará la pista con el material del PCB 320, y por lo tanto, se disipará menos energía en el PCB 320 con lo que se radiará más energía. La radiación de energía (es decir, la potencia) es deseable porque de ese modo la energía no se refleja hacia atrás hacia el generador. Además, el número de curvas que una pista en particular puede tener depende de una longitud de una pista y/o una o más dimensiones del PCB 320. En una realización en particular, el PCB 320 tiene una longitud medida con relación a la longitud mostrada en las Figuras 3 y 4 suficiente para comprender una pista sustancialmente lineal que no tiene curvas para facilitar la radiación de energía a través de una antena.

Una antena es un dispositivo recíproco, lo que significa que una antena funciona igualmente bien a la misma frecuencia, tanto si se utiliza como antena receptora o como antena transmisora. En las realizaciones descritas en el presente documento, una antena se caracteriza como una antena de recepción y, por lo tanto, la pérdida de retorno (es decir, la relación de potencia reflejada por la antena dividida por la potencia total enviada a la antena) medida en decibelios (dB) se usa como indicador del rendimiento de la antena. Como una medida relativa, la potencia transmitida y la potencia recibida se puede medir en una dirección y puede ser igual a una potencia radiada total.

En una realización adicional, la segunda superficie 304, como se muestra en la Figura 4, comprende una segunda pista 316 de material conductor acoplado a la segunda superficie 304 y que se extiende a lo largo o con respecto a al menos una porción de una longitud del tercer lado 310 próximo a, es decir, en o cerca del perímetro 301 del PCB

320 y al menos una porción de la longitud del segundo lado 308 próxima, es decir, en o cerca del perímetro 301 del PCB 320. En una realización en particular, la segunda pista 316 se imprime en la segunda superficie 304 e incluye un material conductor adecuado, tal como el descrito anteriormente con referencia a la primera pista 304. Similar a la primera pista 314, a diferencia de las pistas convencionales, la segunda pista 316 comprende solamente una curva en la realización como se muestra en las Figuras 3 y 4. En una realización, una parte 318 de la primera pista 314 se superpone a una porción 322 de la segunda pista 316. La superposición de la porción de la primera pista 314 y la segunda pista 316 proporciona un acoplamiento débil entre la primera pista 314 y la segunda pista 316, permitiendo así una interacción entre la primera pista 314 y la segunda pista 316 que mejora adicionalmente la capacidad de la antena multibanda PCB 110 para alcanzar frecuencias multibanda, tales como 824 MHz, 850 MHz, 900 MHz, 1800 MHz y 1900 MHz sin necesidad de interactuar con otro componente dentro del dispositivo de comunicación inalámbrica 200. Sin embargo, una superposición excesiva puede dar lugar a una excesiva división del modo resonante que no es deseable. Además, muy poca superposición y la división de modo darán lugar a un pequeño grado de acoplamiento, si es que existe, de modo que el acoplamiento no se podrá distinguir de, por ejemplo, dos pistas independientes ampliamente separadas, y que por lo tanto no proporciona interacción entre las pistas. Sin embargo, cuando la primera pista 314 y la segunda pista 316 consiguen un grado de superposición apropiado, la superposición adecuada se sintoniza con precisión como para proporcionar un grado adecuado de acoplamiento entre resonancias. Cuando esto ocurre, también tiene lugar un grado apropiado de división del modo.

El ancho de banda de una antena es función de la proximidad a tierra. En ciertas realizaciones, la antena multibanda PCB 110 puede estar orientada paralelamente a un plano de tierra o perpendicular al plano de tierra. Sin embargo, cuando una antena, por ejemplo, la antena multibanda PCB 110 está orientada paralelamente al plano de tierra, cuanto más cerca esté la antena de tierra la antena tendrá un ancho de banda de radiación más estrecho y la radiación de la antena será más débil y, convencionalmente, esto no es posible. Sin embargo, aprovechando la división del modo debido al acoplamiento débil entre resonadores (por ejemplo, antena, pistas y radiadores), como se ha descrito anteriormente, es posible lograr una antena de mayor ancho de banda en un espacio más pequeño debido a que el ancho de banda de cada modo se ensancha realmente, y por lo tanto, se hace factible una antena multibanda que sea paralela al plano de tierra.

Las figuras 5 y 6 muestran una realización alternativa de una antena multibanda 110 acoplada a un PCB, por ejemplo, el PCB 320. El PCB 320 comprende una primera superficie 302 que tiene una primera pista 314 que se extiende a lo largo de al menos una porción de la longitud del primer lado 306, al menos una porción de la longitud del segundo lado 308 y al menos una porción de la longitud del cuarto lado 312. Con referencia además a la Figura 6, la segunda superficie 304 puede comprender una segunda pista 316 que se extiende a lo largo de al menos una porción de la longitud del segundo lado 308, al menos una porción de la longitud del tercer lado 310, y al menos una porción de la longitud del cuarto lado 312.

Las Figuras 7 y 8 muestran otra realización alternativa de una antena multibanda 110 acoplada a un PCB, por ejemplo, el PCB 320. El PCB 320 comprende una primera superficie 302 que tiene una primera pista 314 que se extiende a lo largo de al menos una porción de la longitud del primer lado 306, al menos una porción de la longitud del segundo lado 308, al menos una porción de la longitud del cuarto lado 312 y al menos una porción de la longitud del tercer lado 310. Haciendo referencia además a la Figura 8, la segunda superficie 304 puede comprender una segunda pista 316 que se extiende a lo largo de al menos una porción de la longitud del segundo lado 308, al menos una porción de la longitud del tercer lado 310, al menos una porción de la longitud del cuarto lado 312 y al menos una porción de la longitud del primer lado 306.

En una realización adicional, un método para fabricar una antena multibanda acoplada a un PCB que tiene un perímetro al menos parcialmente definido por el primer lado 306, el segundo lado 308 y un tercer lado 310. En una realización, el método comprende formar la primera pista 306 de material conductor sobre la primera superficie 302 del PCB 320, la primera pista 314 que se extiende a lo largo de al menos una porción de una longitud del primer lado 306 próximo al perímetro 301 y al menos una porción de una longitud del segundo lado 308 próximo al perímetro 301. El método comprende la formación de una segunda pista 316 de material conductor sobre la segunda superficie 304 del PCB 320, una segunda pista 316 que se extiende a lo largo de al menos una parte de una longitud del tercer lado 310 próximo al perímetro 301 y al menos una porción de una longitud del segundo lado 308 próximo al perímetro 301. En una realización, la primera pista 314 y la segunda pista 316 se graban en el PCB 320.

Con referencia a las Figuras 3-8, cualquier combinación de diseño para la primera pista 314 y la segunda pista 316 está dentro del alcance de la presente descripción. Por ejemplo, la antena multibanda PCB 110 puede tener una primera superficie 302 como se muestra en la figura 7, con una segunda superficie 304 como se muestra en la figura 4.

En una realización, la fabricación de una antena en la placa de circuito impreso, por ejemplo, la antena multibanda PCB 110, comprende acoplar (por ejemplo, integrar) la primera pista 314 a la primera superficie 302 de la antena multibanda PCB 110 y acoplar la segunda pista 316 a la segunda superficie 304 del PCB mediante, por ejemplo, impresión, grabado, o cualquier método o técnica de acoplamiento adecuada.

Como se ha mencionado anteriormente, la antena multibanda PCB 110 es capaz de conseguir frecuencias de bandas múltiples. Sin embargo, como una o más dimensiones y/o una forma de un PCB (por ejemplo, PCB 320)

## ES 2 637 813 T3

varía de un dispositivo a otro, y como los requisitos para las frecuencias de bandas en particular varían, al fabricar una antena multibanda PCB, se deben tener en cuenta estos factores para producir una antena multibanda PCB que sea capaz de conseguir múltiples frecuencias de bandas.

5 A continuación se describirá un procedimiento ejemplar para fabricar una antena multibanda PCB que funcione en múltiples frecuencias de bandas deseadas.

En una realización, una relación entre una pérdida de retorno (dB) y un rendimiento máximo obtenible para una antena multibanda PCB con una primera pista operativa en una banda de baja frecuencia sobre una primera superficie de un PCB y una segunda pista operativa en una banda de alta frecuencia sobre una segunda superficie del PCB opuesta a la primera superficie, se puede mostrar como:

10 
$$[\text{Rendimiento} = 1 - (10^{((\text{pérdida de retorno})/10)})]$$
 Ecuación (1)

15 La Figura 9 es una gráfica 900 que muestra el rendimiento 901 con relación a la pérdida de retorno (db) 902. Como se muestra en la Figura 9, un rendimiento máximo disponible aumenta con una pérdida de retorno creciente. Por lo tanto, para lograr una antena multibanda PCB eficiente que sea capaz de comunicarse en múltiples bandas, las frecuencias de interés y los requisitos de ancho de banda deben tenerse en cuenta al determinar una pérdida de retorno y un rendimiento de una antena multibanda PCB. Un conjunto ejemplar de frecuencias de interés y requisitos de ancho de banda, así como de pérdida de retorno deseada calculada y rendimiento deseado en cada canal correspondiente en las frecuencias de interés se muestra en la Tabla 1 a continuación.

Tabla 1

				Perd. Ret.	Rend.
	Canal	TX(MHz)	RX(MHz)	Deseada	Deseado
				<	>
GSM 850	128	824	869	-6	0,75
	189	836,2	881,2	-6	0,75
	251	849	894	-6	0,75
GSM 900	975	880,2	925,2	-6	0,75
	37	897,4	942,4	-6	0,75
	124	914,8	959,8	-6	0,75
DCS 1800	512	1710	1805	-6	0,75
	698	1747,2	1842,2	-6	0,75
	885	1785	1880	-6	0,75
PCS 1900	512	1850	1930	-6	0,75
	661	1880	1960	-6	0,75
	810	1910	1990	-6	0,75

20 Por ejemplo, la primera columna de la Tabla 1 enumera frecuencias de interés ejemplar, la columna 2 enumera canales ejemplar en cada una de las frecuencias de interés, las columnas 3 y 4 enumeran frecuencias transmitidas (TX (MHz)) y frecuencias recibidas (RX (MHz)), respectivamente, para cada uno de los canales correspondientes en la columna 2, y las columnas 5 y 6 enumeran la pérdida de retorno deseada y el rendimiento deseado, respectivamente, para cada uno de los canales correspondientes en la columna 2.

25 En una realización, una elección del diseño se basa en la suma o multiplicación de los valores de pérdida de retorno sobre frecuencias de interés que utilizan normas GSM, DCS y PCS. Así, en un caso de multiplicación (suponiendo

## ES 2 637 813 T3

un valor absoluto en aras de la claridad) un número positivo mayor quiere decir una "mejor antena". En un caso de suma, un valor negativo mayor es la "mejor antena".

5 Se hicieron experimentos para varias longitudes de una primera pista de banda baja, por ejemplo, L1\_LB, y una segunda pista de banda alta, por ejemplo L2\_HB (en la que L1 es una longitud de una primera pista y L2 es una longitud de una segunda pista, y LB representa una banda baja y HB representa una banda alta). La Tabla 2 (a continuación) proporciona valores para L1 y L2 (donde L1 es una longitud de una primera pista y L2 es una longitud de una segunda pista) en las diferentes longitudes. Se midió la pérdida de retorno en cada frecuencia para cada antena. Cada antena se corresponde con un archivo en particular "S" como se muestra en la tabla 2 (a continuación), que también proporciona valores para L1\_LB y L2\_HB a varias longitudes. También se muestran el nombre del archivo y los resultados de una pérdida de retorno en cada valor de L1\_LB y L2\_HB a una frecuencia de 10 824 MHz. Las pérdidas de retorno se calcularon utilizando la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \text{pérdida de retorno} = & \text{const} + \\ & + A*(L1\_LB) + B*(L2\_HB) \\ & + C*(L1\_LB*L2\_HB) \\ & + D*(L1\_LB^2) + E(L2\_HB^2) \end{aligned} \quad \text{Ecuación (2)}$$

Tabla 2

L1_LB	L2_HB	Archivo	824,00 MHz
24,75	11,45	S_1	-7,36
25,25	11,95	S_2	-9,58
24,25	11,95	S_3	-7,62
25,25	10,95	S_4	-7,84
24,25	10,95	S_5	-6,76
24,75	11,45	S_6	-8,95
25,25	11,95	S_7	-7,87
24,25	11,95	S_8	-7,73
25,25	10,95	S_9	-7,42
24,25	10,95	S_10	-7,87
24,25	10	S_11	-7,28
25,25	10	S_12	-7,61
26,25	10	S_13	-9,75
26,25	10,95	S_14	-9,70
26,25	11,95	S_15	-11,36
24,75	10,475	S_16	-8,36
25,75	10,475	S_17	-8,60
25,75	11,45	S_18	-9,31
24,25	10	S_19	-7,88
25,25	10	S_20	-8,06
26,25	10	S_21	-8,21
26,25	10,95	S_22	-9,48

## ES 2 637 813 T3

26,25	11,95	S_23	-9,95
24,75	10,475	S_24	-8,05
25,75	10,475	S_25	-8,45
25,75	11,45	S_26	-9,38

Los coeficientes A, B, C, D y E en las Tablas 3 y 4 (a continuación) se determinaron (por ejemplo, utilizando la Ecuación 2) mediante un error cuadrado mínimo ajustado a los datos de pérdida de retorno medidos.

Tabla 3

Frec (MHz)	824	835,5	849	869	880,2	897,4	914,6	920	959,6	960
Const	-354,30	-196,80	-196,80	69,40	918,50	802,20	540,30	480,70	198,40	189,10
A	22,25	13,77	13,77	-1,88	-57,07	-48,78	-36,39	-34,40	-17,98	-17,18
B	14,78	5,75	5,75	-6,22	-37,14	-38,35	-19,27	-13,49	1,39	1,29
C	-0,43	-0,06	-0,06	0,36	1,40	1,01	0,47	0,36	-0,01	-0,01
D	-0,37	-0,28	-0,28	-0,06	0,81	0,76	0,64	0,62	0,38	0,36
E	-0,20	-0,21	-0,21	-0,08	0,11	0,62	0,37	0,23	-0,04	-0,03

5

Tabla 4

Frec (MHz)	1710	1747,4	1785	1795	1805	1843	1850	1880
Const	2734,20	1522,80	701,50	654,30	651,20	776,00	812,20	1150,60
A	-162,91	-100,71	-50,73	-47,81	-47,73	-53,13	-55,20	-82,22
B	-122,81	-49,77	-14,81	-13,12	-12,73	-23,12	-25,23	-28,99
C	3,84	1,55	0,46	0,39	0,39	0,62	0,68	0,79
D	2,37	1,67	0,91	0,87	0,87	0,92	0,95	1,49
E	1,14	0,51	0,19	0,19	0,17	0,37	0,40	0,48

10 Las columnas de la Tabla 3 y la Tabla 4 representan los componentes de regresión de los coeficientes A, B, C, D y E. Las columnas de la Tabla 3 y la Tabla 4 son frecuencias en Megahercios (MHz). La Tabla 3 y la Tabla 4 ilustran componentes de regresión calculados que indican una sensibilidad de los componentes a la pérdida de retorno para determinar una sensibilidad de una antena correspondiente a un cambio de longitud, por ejemplo, L1\_LB y L2\_HB, que son las longitudes de, por ejemplo, la primera pista 314 y la segunda pista 316 en un lado respectivo de la antena multibanda PCB 110.

15 La Tabla 3 y la Tabla 4 se pueden ampliar ajustando un modelo para la frecuencia en cada frecuencia de interés y variando L1\_LB y L2\_LB de manera paramétrica para encontrar una combinación con una mejor pérdida de retorno sobre un rango de frecuencia de interés, como se muestra en la Figura 10. Por ejemplo, en la Tabla 3, se asume que una variación en la producción de un procedimiento de grabado de una antena multibanda PCB pueda ser de 0,025 milímetros (0,001 pulg =1 mil).

20 La Figura 10 es un gráfico 1000 que muestra mediciones de pérdidas de retorno de antenas de prueba 1001 con respecto a la frecuencia 1003 para un conjunto seleccionado de antenas de prueba (por ejemplo, la Figura 10 ilustra cuatro curvas representadas por cuatro antenas seleccionadas (por ejemplo, cuatro archivos "S"), en la tabla 2).

25 Como se ha mencionado anteriormente, el acoplamiento que se produce entre un brazo de banda baja y un brazo de banda alta (por ejemplo, primera pista 314 y segunda pista 316) provoca la división del modo, que se muestra, por ejemplo, en el área del gráfico 1002 y en la Figura 11, que es una ampliación del área del gráfico 1002. Debido a la división del modo, una resonancia del brazo de banda baja 1004 y una resonancia del brazo de banda alta 1006

se convierten en realidad en cuatro resonancias 1004, 1006, 1008 y 1010, por ejemplo; dos resonancias de banda baja sintonizadas muy juntas y dos resonancias de banda alta sintonizadas muy juntas. Por lo tanto, a diferencia de las antenas multibanda PCB convencionales que sólo pueden reducirse a un tamaño en concreto porque la antena es incapaz de conseguir un ancho de banda adecuado cuando la antena es demasiado pequeña, la superposición entre el brazo de banda baja y el brazo de banda alta proporciona acoplamiento y por lo tanto resultará en división del modo que permite que el brazo de banda baja y el brazo de banda alta aparezcan más anchos, aumentando así el ancho de banda. Por lo tanto, una antena multibanda PCB más pequeña y más estrecha, que puede haber sido incapaz de conseguir un ancho de banda apropiado convencionalmente, mediante las realizaciones descritas en la presente memoria, puede resonar entre bandas de interés, por ejemplo, entre aproximadamente 824 MHz a aproximadamente 960 MHz, y desde aproximadamente 1710 MHz a aproximadamente 1990 MHz, como se muestra en los puntos de resonancia 1004 y 1006, los puntos más bajos en el gráfico de la Figura 10.

#### Análisis del apilamiento de la parte de radio y la placa base

Para superar las deficiencias descritas anteriormente con el aparato convencional, las realizaciones aquí descritas para transferir una tierra a una placa base no sólo acoplan capacitivamente la tierra entre una parte de radio y una placa base, proporcionan contención mecánica para una antena y aumentan el acoplamiento capacitivo a tierra y, por lo tanto, reducen la inductancia en serie a lo largo del exterior de un cable coaxial, sino que también requieren sólo un cable coaxial que reduce el costo a casi la mitad del costo de los aparatos convencionales que requieren dos cables coaxiales.

La figura 13 es un ejemplo de un aparato 1300 para transferir una tierra a una placa base 1302. El aparato 1300 comprende una placa base 1302, una radio 1312 que tiene un primer extremo 1307 y un segundo extremo 1308 y un primer conector 1310 (es decir, conector de radiofrecuencia) cerca del primer extremo 1307 de la radio 1312. El primer conector 1310 está configurado para acoplar la radio 1312 y la placa base 1302. El aparato 1300 comprende además un cable coaxial 1304 que tiene un primer extremo 1314 acoplado a la radio 1312. El primer conector 1310 y un segundo extremo opuesto 1316 y una antena 1306 (por ejemplo antena multibanda PCB 110) acoplada al segundo extremo 1316 del cable coaxial 1304.

En una realización, las corrientes a tierra de radiofrecuencia se transfieren a un borde superior 1320 de la placa base 1302 a través del contacto directo con el cable coaxial 1304. Por ejemplo, al menos una porción de una longitud del cable coaxial 1304 puede estar en contacto directo con la placa base 1302. En una realización, el cable coaxial 1304 puede estar asegurado a la placa base 1302 para aumentar el acoplamiento capacitivo a tierra y, por tanto, reducir la inductancia en serie a lo largo del exterior del cable coaxial 1304.

En una realización, la antena 1306 se puede acoplar al segundo extremo 1316 del cable coaxial 1304 con un punto de soldadura en la placa de tierra sobre una base de antena 1306 para contención mecánica, aunque también son posibles otros medios de acoplamiento.

En una realización, el primer conector 1310 está en contacto físico con la radio 1312 y con la placa base 1302 y, por lo tanto, acopla capacitivamente las tierras entre la radio 1312 y la placa base 1302. En una realización, la radio 1312 está sujeta a la placa base 1302 con cualquier medio de fijación adecuado, por ejemplo, un tornillo.

La Figura 14 muestra un ejemplo más detallado de un aparato 1400 para transferir una tierra a una placa base 1402. Por ejemplo, la Figura 14 muestra componentes entre una radio 1412 y la placa base 1402. Una ventaja del aparato 1400 es que el aparato 1400 proporciona contacto físico directo/indirecto con cada componente de la radio 1412 y/o de la placa base 1402. Por ejemplo, se configura una distancia entre la radio 1412 y la placa base 1402 para permitir que una batería 1406 tenga contacto físico directo con la radio 1412 y con la placa base 1402.

Para lograr una distancia entre la radio 1412 y la placa base 1402 que permita el contacto físico con uno o más componentes entre la radio 1404 y la placa base 1402, en una realización, un conector 1407 (por ejemplo, un conector de radiofrecuencia) tiene una altura 1408 menor que una altura máxima de la batería 1406. En una realización adicional, la altura del conector 1408 es igual a la altura total 1410 menos la medida del radio 1413. En otra realización más, la altura del conector 1408 es mayor que un espacio de separación 1414 (por ejemplo, una distancia entre la radio 1412 y la placa base 1402), y es también igual a la altura total 1410 menos la medida del radio 1413. En una realización adicional, la altura total 1410 menos la medida del radio 1413 menos la altura del conector 1408 es mayor que cero.

Esta descripción escrita utiliza ejemplos para describir la invención, incluyendo el mejor modo, y también para permitir a cualquier experto en la técnica practicar la invención, incluyendo la fabricación y uso de cualquier dispositivo o sistema y la realización de cualquier método incorporado. El alcance patentable de la invención está definido únicamente por las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Una antena multibanda (110) que comprende:
- una placa de circuito impreso (PCB) (320);
- 5 una primera pista acoplada a una primera superficie (302) del PCB y que se extiende a lo largo de al menos una porción de la longitud de un primer lado (306) del PCB y a lo largo de al menos una porción de una longitud de un segundo lado (308) del PCB que cruza el primer lado, la primera pista situada próxima a un perímetro (301) del PCB definida parcialmente por el primer lado y el segundo lado;
- una segunda pista acoplada a una segunda superficie (304) del PCB (320), la segunda pista situada próxima al perímetro del PCB, caracterizada porque:
- 10 la primera pista tiene una longitud (L1) y opera en una banda de baja frecuencia;
- la segunda pista tiene una longitud (L2) y opera en una banda de alta frecuencia; y
- una porción de la primera pista se superpone a una porción de la segunda pista para proporcionar un acoplamiento entre la primera pista y la segunda pista, permitiendo el acoplamiento la división en modo resonante que permite que la banda de baja frecuencia y la banda de alta frecuencia parezcan más anchas, aumentando así el ancho de banda.
- 15 2. Un aparato para la comunicación móvil, comprendiendo el aparato:
- la antena multibanda de la reivindicación 1;
- una placa base;
- una parte de radio que tiene un primer extremo y un segundo extremo;
- 20 un primer conector próximo al primer extremo de la radio, configurado el primer conector para acoplar la radio y la placa base; y
- un cable coaxial que tiene un primer extremo acoplado a la radio por medio del primer conector, y un segundo extremo opuesto acoplado a la antena multibanda.
3. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la antena comprende suficiente ancho de banda para conmutar entre dos bandas de frecuencia y cuatro bandas de frecuencia.

25

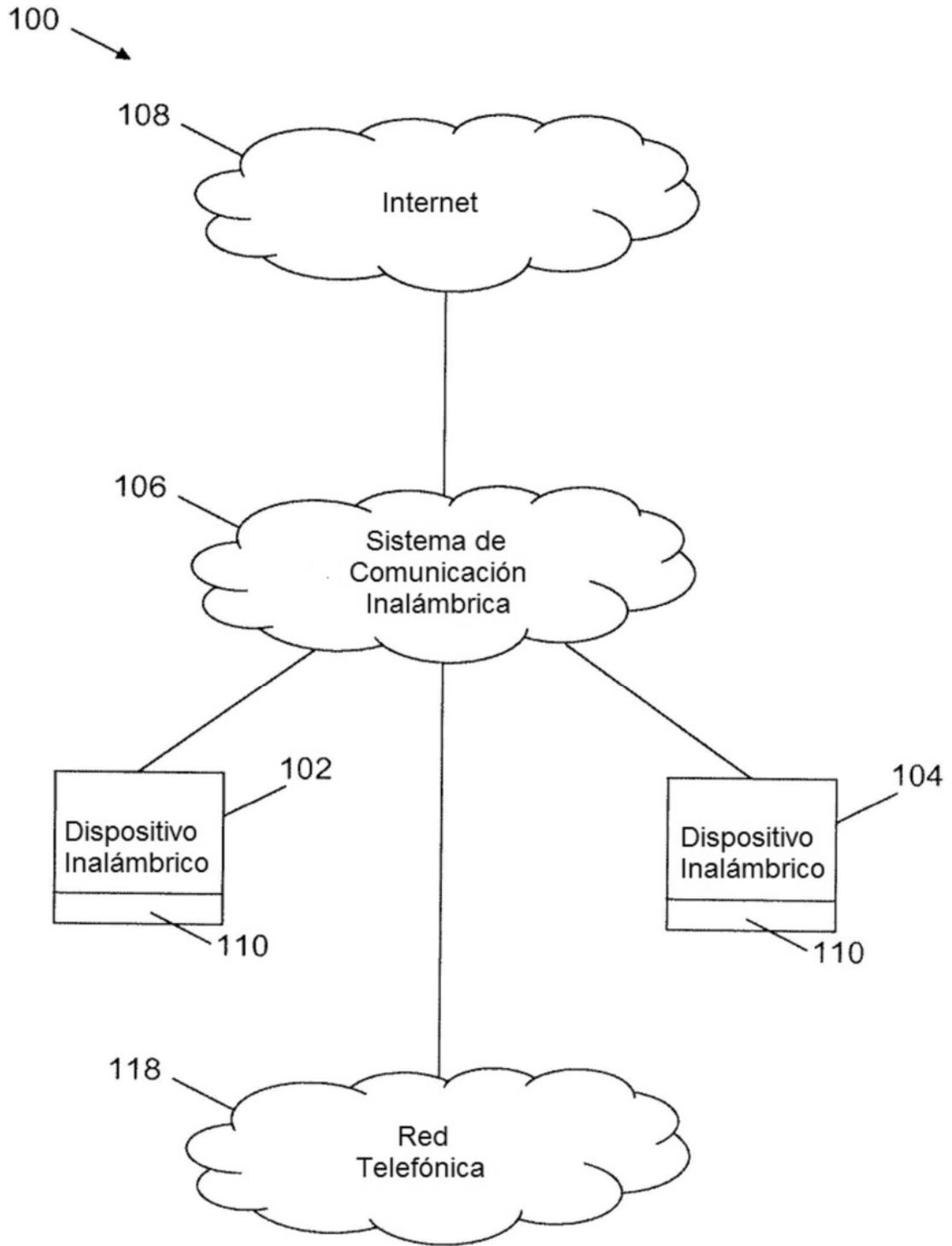


FIG. 1

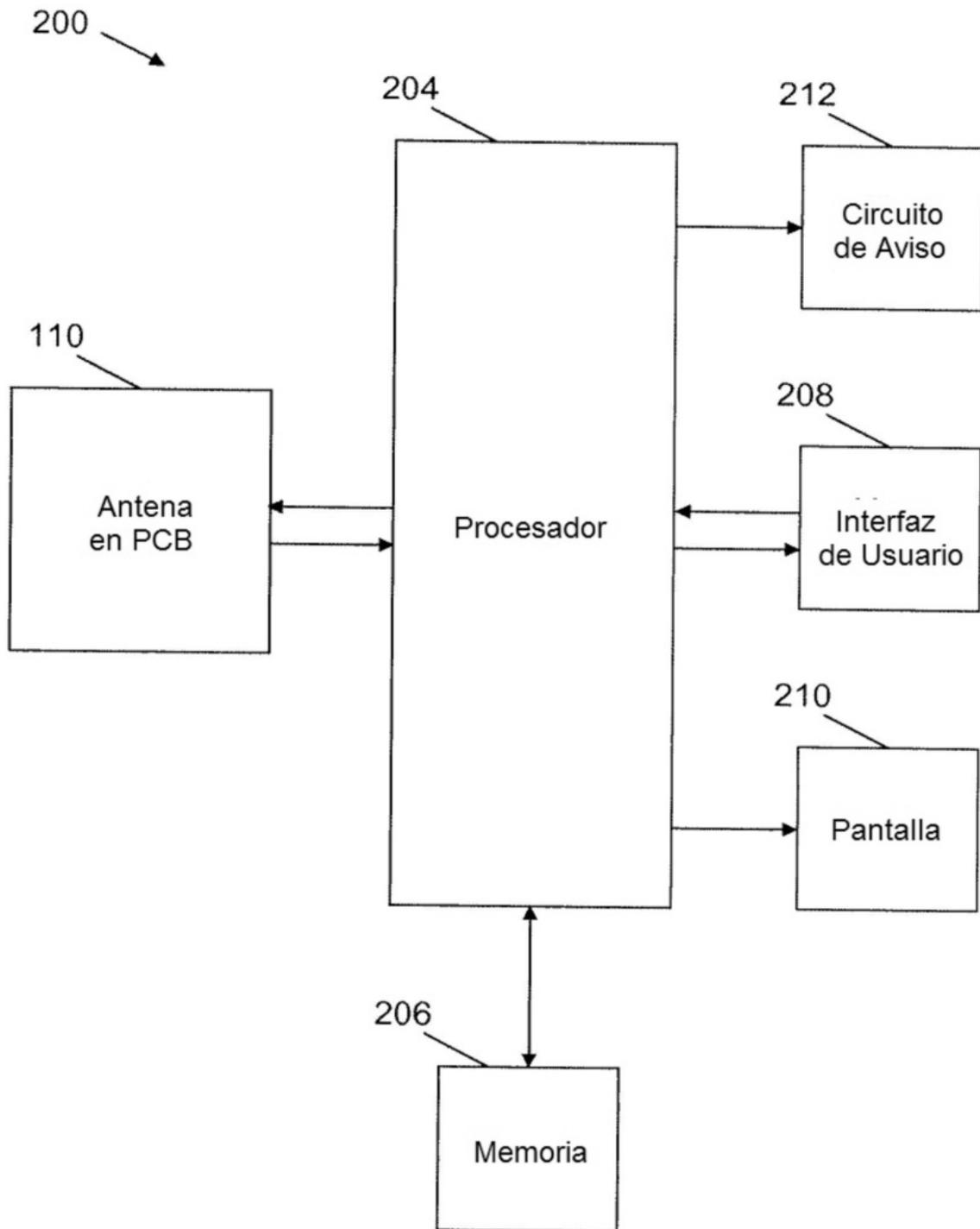


FIG. 2

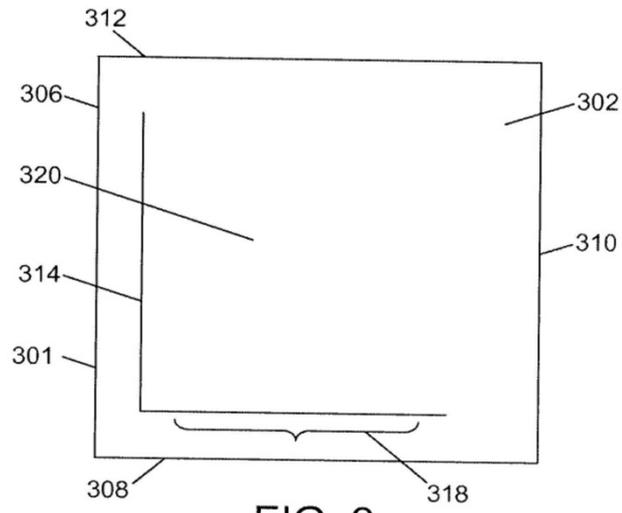


FIG. 3

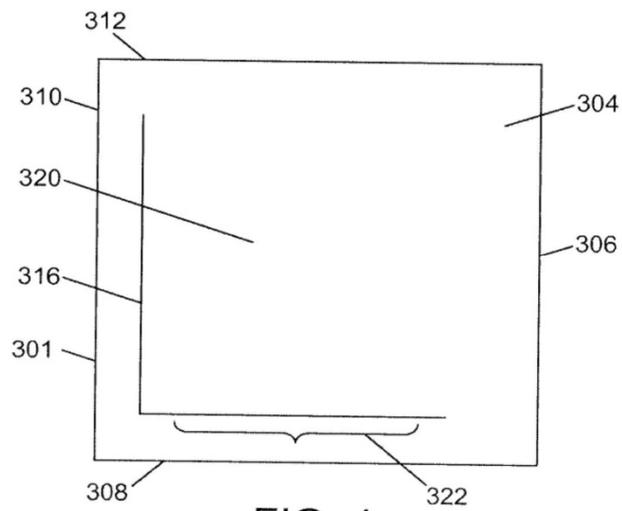


FIG. 4

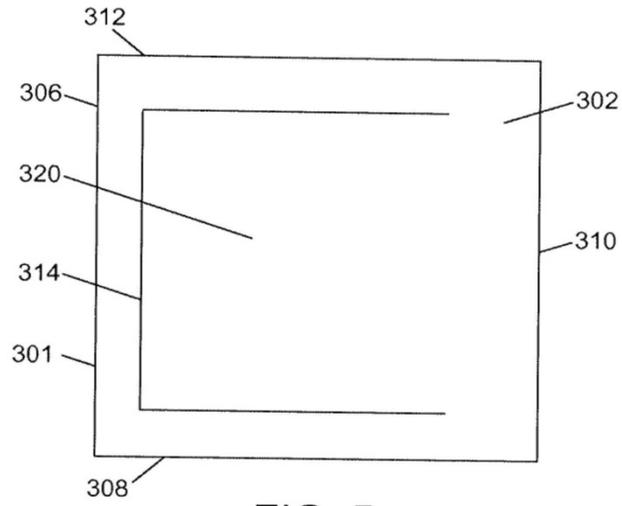


FIG. 5

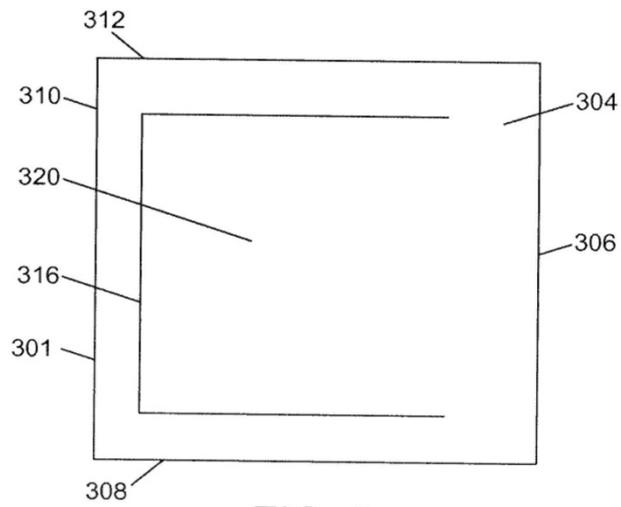


FIG. 6

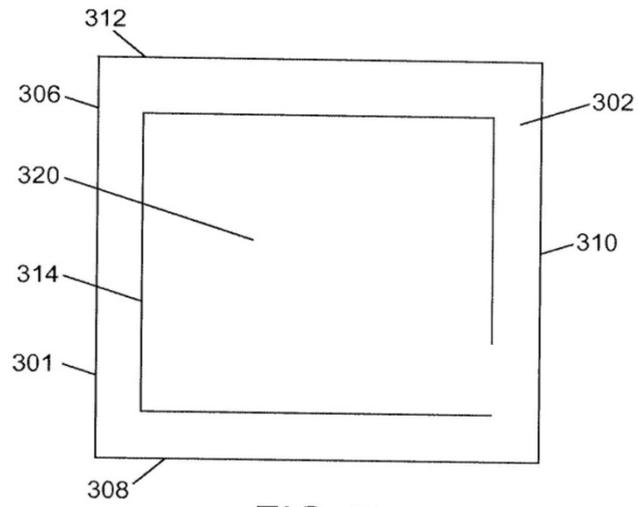


FIG. 7

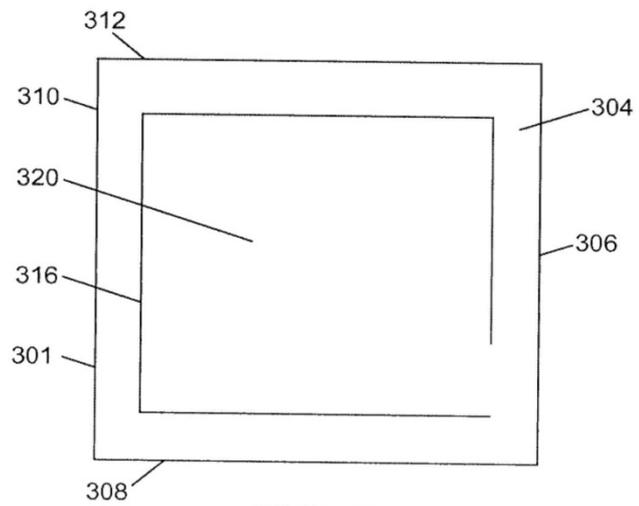


FIG. 8

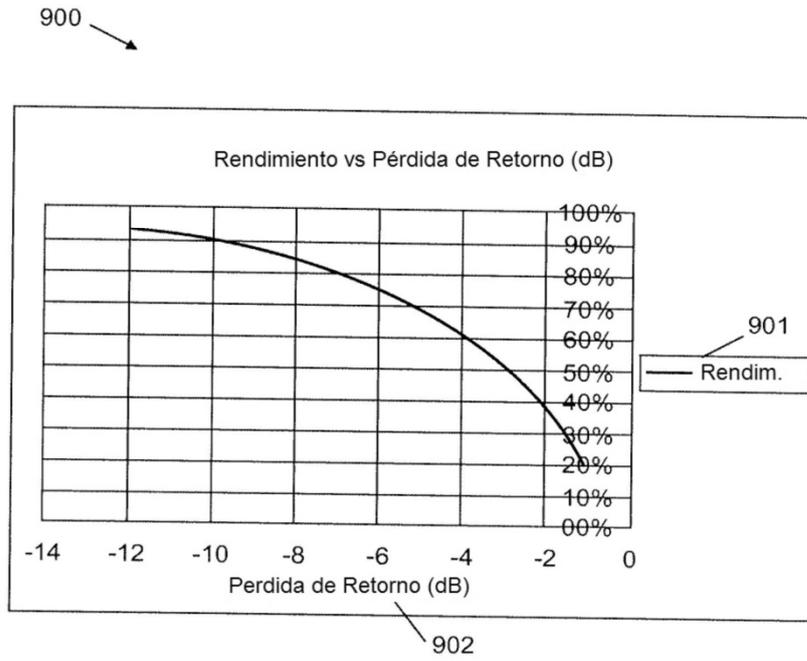


FIG. 9

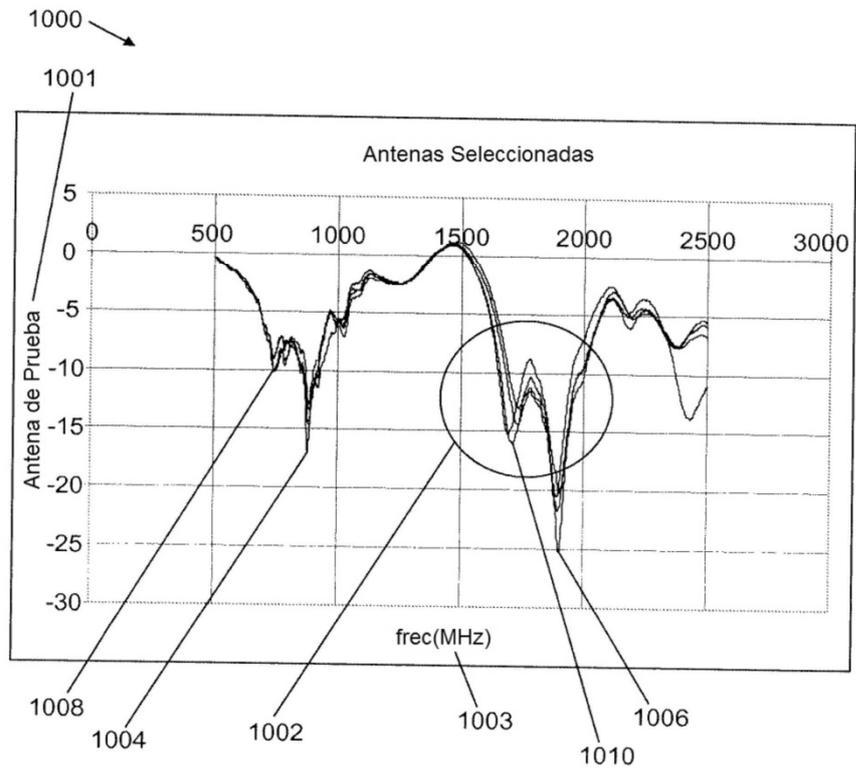


FIG. 10

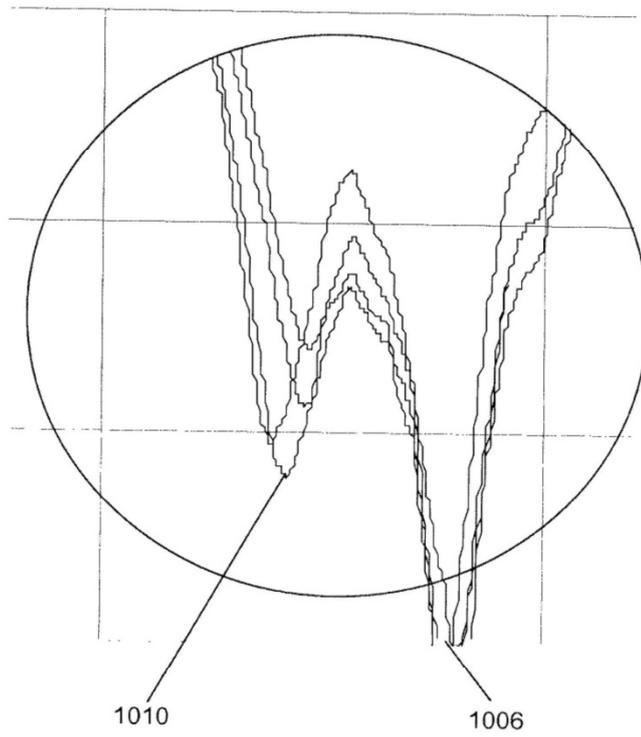


FIG. 11

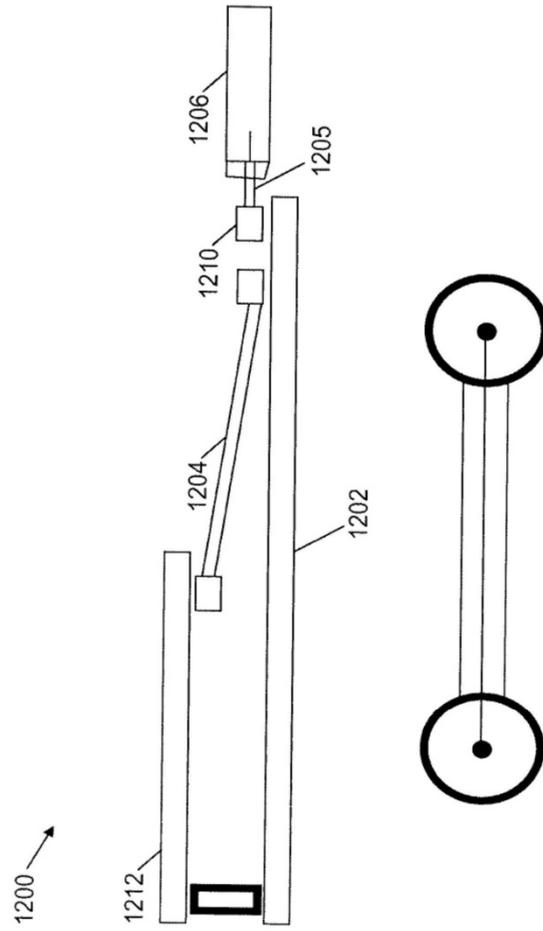


FIG. 12  
(TECNICA ANTERIOR)

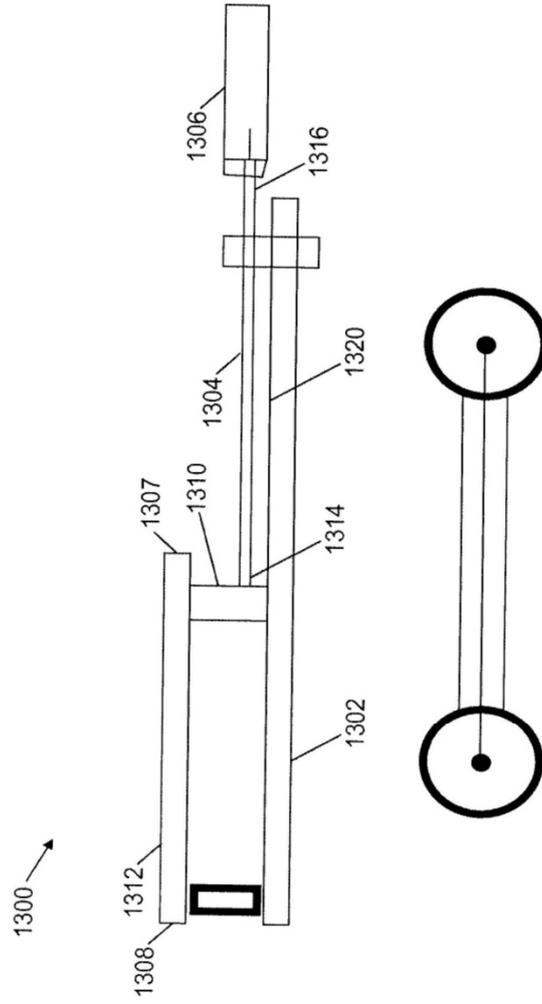


FIG. 13

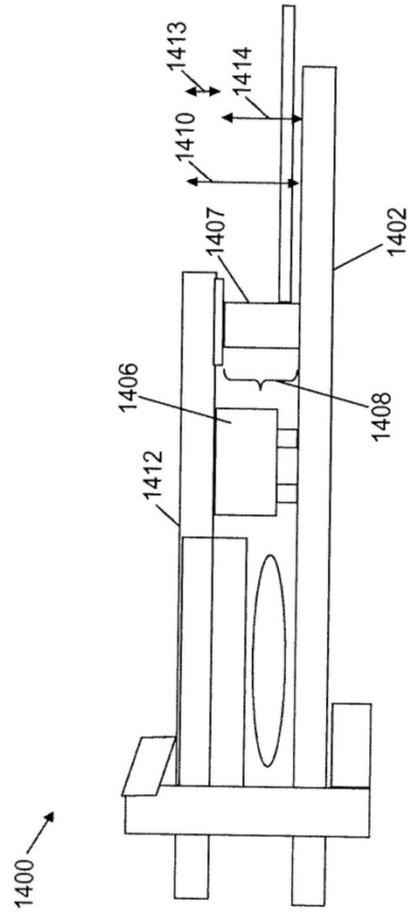


FIG. 14