

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 815 378**

51 Int. Cl.:

H01Q 9/04 (2006.01)

H01Q 9/20 (2006.01)

H05K 1/02 (2006.01)

H01Q 23/00 (2006.01)

H01Q 21/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.06.2015 PCT/KR2015/006729**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.01.2016 WO16003173**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.06.2015 E 15814798 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2020 EP 3161901**

54 Título: **Alimentación de antena integrada en placa de circuito impreso multicapa**

30 Prioridad:

30.06.2014 US 201462019129 P

26.06.2015 US 201514752531

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

29.03.2021

73 Titular/es:

SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. (100.0%)

129, Samsung-ro, Yeongtong-gu, Suwon-si

Gyeonggi-do 16677, KR

72 Inventor/es:

TZANIDIS, IOANNIS y

MONROE, ROBERT

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 815 378 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

Alimentación de antena integrada en placa de circuito impreso multicapa

Campo técnico

5 La presente solicitud se refiere, en general, a dispositivos de comunicaciones inalámbricas y, más específicamente, a una alimentación de antena integrada en una placa de circuito impreso de múltiples capas.

Antecedentes de la técnica

10 Para satisfacer la demanda de tráfico de datos inalámbricos que ha aumentado desde la implementación de los sistemas de comunicación de 4ta generación (4G), se han realizado esfuerzos para desarrollar un sistema de comunicación mejorado de 5ta generación (5G) o pre-5G. Por lo tanto, el sistema de comunicación 5G o pre-5G también se llama 'Beyond 4G Network' o 'Post LTE System'.

15 Se considera que el sistema de comunicación 5G se implementa en bandas de mayor frecuencia (mmWave), por ejemplo, bandas de 60 GHz, para lograr velocidades de datos más altas. Para disminuir la pérdida de propagación de las ondas de radio y aumentar la distancia de transmisión, la transmisión y recepción direccional, el sistema de múltiple entrada y múltiple salida (MIMO) masivo, el sistema MIMO de dimensiones completas (FD-MIMO), matriz de antenas, la transmisión y recepción direccional analógica, técnicas de antena de gran escala son discutidos en los sistemas de comunicación 5G.

20 Además, en los sistemas de comunicación 5G, el desarrollo para la mejora de la red del sistema está en marcha en base a células pequeñas avanzadas, redes de acceso de radio en la nube (RAN), redes ultra densas, comunicación de dispositivo a dispositivo (D2D), red de retorno inalámbrica, red móvil, comunicación cooperativa, puntos múltiples coordinados (CoMP), cancelación de interferencia de recepción y similares.

En el sistema 5G, la modulación híbrida FSK y QAM (FQAM) y la codificación de superposición de ventana deslizante (SWSC) como una codificación y modulación adaptativa (ACM), y la modulación multiportadora basada en banco de filtros (FBMC), la tecnología de acceso múltiple no ortogonal (NOMA) y la tecnología de acceso múltiple con códigos dispersos (SCMA) han sido desarrolladas como tecnología de acceso avanzado.

25 El sistema FD-MIMO aplica una gran cantidad de elementos de la antena activa dispuestos en una red bidimensional en la Estación Base (BS). Como tal, la matriz BS es capaz de transmitir y recibir direccionalmente en azimut y elevación, proporcionando grados de libertad suficientes para soportar el sistema MIMO multiusuario (MU-MIMO). La frecuencia de operación de las estaciones base depende de la disponibilidad del espectro, el proveedor de servicios y el esquema dúplex utilizado. Por ejemplo, las bandas LTE TDD #41 (2,496 - 2,69 GHz) y #42 (3,4 - 3,6 GHz) y las bandas FDD #7 (2,5 - 2,57 GHz UL y 2,62 - 2,69 GHz DL) y #22 (3,41 - 3,5 GHz UL y 3,51 - 3,6GHz DL) proporcionan un espectro adecuado para FD-MIMO. En estas bandas de frecuencia, las longitudes de onda están en el rango de 8-12 cm y, por lo tanto, los sistemas de antena son relativamente voluminosos, teniendo en cuenta que los sistemas FD-MIMO podrían estar compuestos por cientos de antenas activas. Por lo tanto, un alto grado de integración es necesario para mantener un factor de forma pequeño, un bajo coste, un peso ligero y evitar pérdidas de energía innecesarias. Esto significa que las diversas placas que conforman el sistema de antena activa, como la placa de antena, la placa de alimentación de antena, la placa de transceptor y la placa de banda base, deben integrarse en una unidad compacta.

40 Por lo general, la integración de un transceptor y placas de banda base requiere tecnología de PCB multicapa y una arquitectura de sistema extremadamente eficiente. Sin embargo, la integración de la antena y la placa de alimentación de antena no es sencilla porque generalmente repercute en la pérdida de ancho de banda y la eficiencia.

El documento US 2010/327068 divulga un envase de chips de circuito integrado (IC) de radiofrecuencia (RF) con una línea de alimentación conectada al chip de RF y un plano de tierra de la antena que incluye una ranura a través de la cual se conecta la energía a una antena desde la línea de alimentación.

45 El documento US 2010/073238 divulga una antena de parche de microcinta para una red inalámbrica de transmisión de alta velocidad con ranuras apiladas que se forman en dos capas intermedias de una PCB multicapa y se separan verticalmente del circuito de alimentación de una capa inferior.

Divulgación de la invención

Solución al problema

50 En una primera realización, se proporciona un sistema de antena. El sistema de antena incluye un elemento de antena dispuesto cerca de una pila de capas de la placa de circuito impreso (PCB) multicapa. La pila de capas de la PCB multicapa incluye una pluralidad de capas conductoras y dieléctricas alternas, en el que una primera capa conductora está configurada para servir como una capa del plano de tierra de la antena e incluye una abertura de ranura con dimensiones laterales más pequeñas que las dimensiones laterales del elemento de antena, una segunda capa conductora está configurada para servir como una capa de blindaje, una tercera capa conductora está configurada

para servir como una capa del plano de tierra del sistema. La pila de capas de la PCB multicapa también incluye al menos dos primeras aberturas de ranuras que tienen dimensiones laterales más pequeñas que las dimensiones laterales del elemento de antena, las al menos dos primeras aberturas de ranuras están dispuestas en ubicaciones laterales similares y a través de al menos las dos capas conductoras consecutivas de modo que las primeras aberturas de ranuras se superponen sustancialmente entre sí. La pila de capas de la PCB multicapa también incluye una línea de transmisión impresa en al menos una capa conductora, la línea de transmisión configurada para transportar una señal de radiofrecuencia (RF) y para acoplar la señal de RF al elemento de antena a través de al menos una de las al menos dos primeras aberturas de ranuras. La pila de capas de la PCB multicapa también incluye al menos una capa conductora que tiene porciones configuradas para transportar una señal de corriente continua (CC). La pila de capas de la PCB multicapa también incluye al menos una unidad transceptora de RF acoplada eléctricamente a la línea de transmisión y al menos una unidad de procesamiento de banda base acoplada eléctricamente a la unidad transceptora de RF. La pila de capas de la PCB multicapa incluye además una pluralidad de vías conductoras de interconexión de capas configuradas para permitir una conexión conductora entre la capa del plano de tierra y porciones de la capa del plano de tierra de la antena, la capa de blindaje y porciones de las capas conductoras de la pila de capas de la PCB multicapa, las vías dispuestas a través de todas las capas conductoras distribuidas en una porción sustancial del área de la pila de capas de la PCB multicapa no incluyen las primeras aberturas de ranuras.

Otras características técnicas serán fácilmente evidentes para un experto en la técnica a partir de las siguientes figuras, descripciones, y reivindicaciones. Las definiciones de otras palabras y expresiones determinadas se proporcionan a lo largo de este documento de patente. Los expertos en la técnica deben entender que en muchos, si no en la mayoría de los casos, tales definiciones se aplican a usos anteriores y futuros de palabras y expresiones definidas.

Antes de realizar la DESCRIPCIÓN DETALLADA a continuación, puede ser ventajoso establecer definiciones de ciertas palabras y expresiones utilizadas en este documento de patente. El término "acoplar" y sus derivados se refieren a cualquier comunicación directa o indirecta entre dos o más elementos, ya sea que esos elementos estén o no en contacto físico entre sí. Los términos "transmitir", "recibir" y "comunicar", así como sus derivados, abarcan tanto la comunicación directa como la indirecta. Los términos "incluir" y "comprender", así como sus derivados, significan inclusión sin limitación. El término "o" es inclusivo, significa y/o. La expresión "asociado con", así como sus derivados, significa incluir, estar incluido, interconectarse con, contener, estar contenido dentro, conectarse a o con, acoplarse a o con, ser comunicable con, cooperar con, intercalar, yuxtaponer, estar próximo a, estar vinculado a o con, tener, tener una propiedad de, tener una relación a o con, o similares. El término "controlador" significa cualquier dispositivo, sistema o parte del mismo que controla al menos una operación. Dicho controlador puede implementarse en hardware o una combinación de hardware y software y/o firmware. La funcionalidad asociada con cualquier controlador en particular puede ser centralizada o distribuida, ya sea localmente o remotamente. La expresión "al menos uno de", cuando se usa con una lista de elementos, significa que se pueden usar diferentes combinaciones de uno o más de los elementos enumerados, y que solo se puede necesitar un elemento en la lista. Por ejemplo, "al menos uno de: A, B y C" incluye cualquiera de las siguientes combinaciones: A, B, C, A y B, A y C, B y C, y A y B y C.

Breve descripción de los dibujos

Para una comprensión más completa de esta divulgación y sus ventajas, se hace referencia ahora a la siguiente descripción tomada en conjunto con los dibujos acompañantes y la descripción detallada, en donde los números de referencia similares representan partes similares:

La FIGURA 1 ilustra un ejemplo de red inalámbrica de acuerdo con esta divulgación;

Las FIGURAS 2A y 2B ilustran ejemplos de rutas inalámbricas de transmisión y recepción de acuerdo con esta divulgación;

La FIGURA 3A ilustra un ejemplo de equipo de usuario (UE) de acuerdo con esta divulgación;

La FIGURA 3B ilustra un ejemplo de Nodo B evolucionado (eNB) de acuerdo con esta divulgación;

La FIGURA 4 ilustra una alimentación de antena de Parche usando Microcinta Acoplada por Ranura;

La FIGURA 5 ilustra la alimentación de antena de Parche de placa de circuito impreso (PCB) Multicapa;

La FIGURA 6 ilustra la impedancia de la antena sobre la carta de Smith para la Alimentación de Ranura Típica en la FIGURA 4 versus la Alimentación de Ranura de PCB Multicapa en la FIGURA 5;

La FIGURA 7 ilustra un diagrama de un Circuito de alimentación de antena conectado a una PCB Multicapa usando Conectores;

La FIGURA 8 ilustra un circuito de alimentación de antena integrado en una PCB Multicapa de acuerdo con esta divulgación;

La FIGURA 9 ilustra una placa PCB multicapa con el aparato de alimentación de antena integrado de acuerdo con esta divulgación;

La FIGURA 10 ilustra una placa de parche de antena de polarización dual situada encima de la PCB multicapa de alimentación de antena propuesta de acuerdo con esta divulgación;

La FIGURA 11 ilustra un ensamble de la antena dipolo según esta divulgación; y

5 Las FIGURAS 12 y 13 ilustran una transición desde la placa PCB de la antena dipolo de la FIGURA 11 a la PCB multicapa de acuerdo con esta divulgación.

Mejor modo para realizar la Invención

10 Las FIGURAS de la 1 a la 13, discutidas a continuación, y las diversas realizaciones utilizadas para describir los principios de la presente divulgación en este documento de patente son solo a modo de ilustración y no deben interpretarse de ninguna manera para limitar el ámbito de la divulgación. Los expertos en la técnica entenderán que los principios de la presente divulgación pueden implementarse en cualquier dispositivo de comunicaciones inalámbricas adecuadamente dispuesto.

La FIGURA 1 ilustra un ejemplo de red inalámbrica 100 de acuerdo con esta divulgación. La realización de la red inalámbrica 100 mostrada en la FIGURA 1 es solo ilustrativa. Se podrían usar otras realizaciones de la red inalámbrica 100 sin apartarse del ámbito de esta divulgación.

15 Como se muestra en la FIGURA 1, la red inalámbrica 100 incluye un eNodoB (eNB) 101, un eNB 102 y un eNB 103. El eNB 101 se comunica con el eNB 102 y el eNB 103. El eNB 101 también se comunica con al menos una red 130 de Protocolo de Internet (IP), como Internet, una red IP patentada u otra red de datos.

20 En función del tipo de red, se pueden usar otros términos conocidos en lugar de "eNodoB" o "eNB", como "estación base" o "punto de acceso". En aras de la conveniencia, los términos "eNodoB" y "eNB" se utilizan en este documento de patente para referirse a componentes de infraestructura de red que proporcionan acceso inalámbrico a terminales remotos. Además, en función del tipo de red, se pueden usar otros términos bien conocidos en lugar de "equipo de usuario" o "UE", como "estación móvil", "estación de abonado", "terminal remoto", "terminal inalámbrico" o "dispositivo de usuario". En aras de la conveniencia, los términos "equipo de usuario" y "UE" se utilizan en este documento de patente para referirse a equipos inalámbricos remotos que acceden de forma inalámbrica a un eNB, ya sea que el UE sea un dispositivo móvil (como un teléfono móvil o teléfono inteligente) o normalmente se considera un dispositivo estacionario (como una computadora de escritorio o una máquina expendedora).

25 El eNB 102 proporciona acceso inalámbrico de banda ancha a la red 130 para una primera pluralidad de equipos de usuario (UE) dentro de un área de cobertura 120 del eNB 102. La primera pluralidad de UE incluye un UE 111, que puede estar ubicado en una pequeña empresa (SB); un UE 112, que puede estar ubicado en una empresa (E); un UE 113, que puede estar ubicado en un punto de acceso WiFi (HS); un UE 114, que puede estar ubicado en una primera residencia (R); un UE 115, que puede estar ubicado en una segunda residencia (R); y un UE 116, que puede ser un dispositivo móvil (M) como un teléfono celular, una computadora portátil inalámbrica, un PDA inalámbrico o similar. El eNB 103 proporciona acceso inalámbrico de banda ancha a la red 130 para una segunda pluralidad de UE dentro de un área de cobertura 125 del eNB 103. La segunda pluralidad de UE incluye el UE 115 y el UE 116. En algunas realizaciones, uno o más de los eNB del 101 al 103 pueden comunicarse entre sí y con los UE del 111 al 116 usando 30 35 5G, LTE, LTE-A, WIMAX u otras técnicas avanzadas de comunicación inalámbrica.

40 Las líneas punteadas muestran las extensiones aproximadas de las áreas de cobertura 120 y 125, que se muestran con la forma aproximada de un círculo solo con fines ilustrativos y explicativos. Debe entenderse claramente que las áreas de cobertura asociadas con los eNB, tales como las áreas de cobertura 120 y 125, pueden tener otras formas, incluidas formas irregulares, dependiendo de la configuración de los eNB y las variaciones en el entorno de radio asociado con la naturaleza y el hombre que provocan las obstrucciones.

45 Como se describe con más detalle a continuación, uno o más de los eNB del 101 al 103 incluyen un aparato para integrar la alimentación de antena en una PCB multicapa que contiene múltiples capas conductoras y dieléctricas. La placa de alimentación de antena está integrada en la placa PCB multicapa que aloja el resto de los componentes críticos del sistema de telecomunicaciones, como al menos una unidad transceptora y una unidad de banda base. El espesor total de la placa integrada es inferior a 2,54 mm (0,100") y puede producirse en masa con bajo coste y alta confiabilidad.

50 Aunque la FIGURA 1 ilustra un ejemplo de una red inalámbrica 100, se pueden hacer varios cambios en la FIGURA 1. Por ejemplo, la red inalámbrica 100 podría incluir cualquier número de eNB y cualquier número de UE en cualquier disposición adecuada. Además, el eNB 101 podría comunicarse directamente con cualquier número de UE y proporcionar a esos UE acceso inalámbrico de banda ancha a la red 130. De manera similar, cada eNB del 102 al 103 podría comunicarse directamente con la red 130 y proporcionar a los UE acceso directo de banda ancha inalámbrica a la red 130. Además, el eNB 101, 102 y/o 103 podrían proporcionar acceso a otras redes externas o adicionales, tales como redes telefónicas externas u otros tipos de redes de datos.

55 Las FIGURAS 2A y 2B ilustran ejemplos de rutas inalámbricas de transmisión y recepción de acuerdo con esta divulgación. En la siguiente descripción, una ruta de transmisión 200 puede describirse como implementada en un

eNB (como eNB 102), mientras que una ruta de recepción 250 puede describirse como implementada en un UE (como UE 116). Sin embargo, se entenderá que la ruta de recepción 250 podría implementarse en un eNB y que la ruta de transmisión 200 podría implementarse en un UE. En algunas realizaciones, la ruta de transmisión 200 y la ruta de recepción 250 incluyen un aparato para integrar la alimentación de antena en una PCB multicapa que contiene múltiples capas conductoras y dieléctricas.

La ruta de transmisión 200 incluye un bloque de codificación y modulación de canal 205, un bloque de serie a paralelo (S a P) 210, un bloque de Transformada Rápida de Fourier Inversa (IFFT) de tamaño N 215, un bloque de paralelo a serie (P a S) 220, un bloque de adición del prefijo cíclico 225 y un convertidor ascendente (UC) 230. La ruta de recepción 250 incluye un convertidor descendente (DC) 255, un bloque de eliminación del prefijo cíclico 260, un bloque de serie a paralelo (S a P) 265, un bloque de Transformada Rápida de Fourier (FFT) de tamaño N 270, un bloque de paralelo a serie (P a S) 275, y un bloque de decodificación y demodulación de canal 280.

En la ruta de transmisión 200, el bloque de codificación y modulación de canal 205 recibe un conjunto de bits de información, aplica la codificación (como una codificación de verificación de paridad de baja densidad (LDPC)) y modula los bits de entrada (como con la transmisión por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK) o Modulación de amplitud en cuadratura (QAM)) para generar una secuencia de símbolos de modulación en el dominio de la frecuencia. El bloque de serie a paralelo 210 convierte (como los demultiplexores) los símbolos modulados en serie en datos paralelos para generar N flujos de símbolos paralelos, donde N es el tamaño de la IFFT/FFT utilizado en el eNB 102 y el UE 116. El bloque de IFFT de tamaño N 215 realiza una operación de IFFT en los N flujos de símbolos paralelos para generar señales de salida en el dominio del tiempo. El bloque de paralelo a serie 220 convierte (como los multiplexores) los símbolos de salida en el dominio del tiempo en paralelo del bloque 215 de IFFT de tamaño N para generar una señal en el dominio del tiempo en serie. El bloque de adición del prefijo cíclico 225 inserta un prefijo cíclico a la señal en el dominio del tiempo. El convertidor ascendente 230 modula (como los convertidores ascendentes) la salida del bloque de adición del prefijo cíclico 225 a una frecuencia RF para la transmisión a través de un canal inalámbrico. La señal también se puede filtrar en la banda base antes de la conversión a la frecuencia RF.

Una señal de RF transmitida desde el eNB 102 llega al UE 116 después de pasar a través del canal inalámbrico, y las operaciones inversas a las del eNB 102 se realizan en el UE 116. El convertidor descendente 255 convierte la señal recibida a una frecuencia de banda base y el bloque de eliminación del prefijo cíclico 260 elimina el prefijo cíclico para generar una señal en serie de banda base en el dominio del tiempo. El bloque de serie a paralelo 265 convierte la señal de banda base en el dominio del tiempo en señales paralelas en el dominio del tiempo. El bloque de FFT de tamaño N 270 realiza un algoritmo FFT para generar N señales en el dominio de la frecuencia paralelas. El bloque de paralelo a serie 275 convierte las señales paralelas en el dominio de la frecuencia en una secuencia de símbolos de datos modulados. El bloque de decodificación y demodulación de canal 280 demodula y decodifica los símbolos modulados para recuperar el flujo de datos de entrada original.

Cada uno de los eNB del 101 al 103 puede implementar una ruta de transmisión 200 que es análoga a la transmisión en el enlace descendente a los UE del 111 al 116 y puede implementar una ruta de recepción 250 que es análoga a la recepción en el enlace ascendente desde los UE del 111 al 116. De manera similar, cada uno de los UE del 111 al 116 puede implementar una ruta de transmisión 200 para transmitir en el enlace ascendente a los eNB del 101 al 103 y puede implementar una ruta de recepción 250 para recibir en el enlace descendente desde los eNB del 101 al 103.

Cada uno de los componentes en las FIGURAS 2A y 2B puede implementarse usando solo hardware o usando una combinación de hardware y software/firmware. Como un ejemplo particular, al menos algunos de los componentes en las FIGURAS 2A y 2B pueden implementarse en software, mientras que otros componentes pueden implementarse mediante hardware configurable o una mezcla de software y hardware configurable. Por ejemplo, el bloque de FFT 270 y el bloque de IFFT 215 pueden implementarse como algoritmos de software configurables, donde el valor de tamaño N puede modificarse de acuerdo con la implementación.

Además, aunque se describe el uso de FFT e IFFT, esto es solo a modo de ilustración y no debe interpretarse como que limita el ámbito de esta divulgación. Se podrían utilizar otros tipos de transformaciones, como la Transformada Discreta de Fourier (DFT) y la Transformada Discreta de Fourier Inversa (IDFT). Se apreciará que el valor de la variable N puede ser cualquier número entero (como 1, 2, 3, 4 o similar) para las funciones de DFT y de IDFT, mientras que el valor de la variable N puede ser cualquier número entero que es una potencia de dos (como 1, 2, 4, 8, 16 o similares) para las funciones de FFT y de IFFT.

Aunque las FIGURAS 2A y 2B ilustran ejemplos de rutas inalámbricas de transmisión y recepción, se pueden hacer varios cambios en las FIGURAS 2A y 2B. Por ejemplo, varios componentes en las FIGURAS 2A y 2B podrían combinarse, subdividirse u omitirse adicionalmente y podrían agregarse componentes adicionales de acuerdo con necesidades particulares. Además, las FIGURAS 2A y 2B están destinadas a ilustrar ejemplos de los tipos de rutas de transmisión y recepción que podrían usarse en una red inalámbrica. Cualquier otra arquitectura adecuada podría utilizarse para soportar comunicaciones inalámbricas en una red inalámbrica.

La FIGURA 3A ilustra un ejemplo UE 116 de acuerdo con esta divulgación. La realización del UE 116 ilustrada en la FIGURA 3 es solo para ilustración, y los UE del 111 al 115 de la FIGURA 1A podrían tener la misma configuración o

una similar. Sin embargo, los UE vienen en una amplia variedad de configuraciones, y la FIGURA 3A no limita el ámbito de esta divulgación a ninguna implementación particular de un UE.

El UE 116 incluye múltiples antenas de la 305a a la 305n, transceptores de radiofrecuencia (RF) del 310a al 310n, circuitería de procesamiento de transmisión (TX) 315, un micrófono 320 y circuitería de procesamiento de recepción (RX) 325. La circuitería de procesamiento TX 315 y la circuitería de procesamiento RX 325 se acoplan respectivamente a cada uno de los transceptores de RF del 310a al 310n, por ejemplo, se acoplan al transceptor de RF 310a, al transceptor de RF 310b a través de un transceptor de RF N^{ésimo} 310n, que están acoplados respectivamente a la antena 305a y la antena 305b a través de una antena N^{ésimo} 305n. En ciertas realizaciones, el UE 116 incluye una sola antena 305a y un único transceptor de RF 310a. En ciertas realizaciones, una o más de las antenas 305 incluyen un aparato para integrar la alimentación de antena en una PCB multicapa que contiene múltiples capas conductoras y dieléctricas. El UE 116 también incluye un altavoz 330, un procesador principal 340, una interfaz (IF) de entrada/salida (E/S) 345, un teclado 350, una pantalla 355 y una memoria 360. La memoria 360 incluye un programa de sistema operativo (OS) básico 361 y una o más aplicaciones 362.

Los transceptores de RF del 310a al 310n reciben, desde las antenas respectivas de la 305a a la 305n, una señal de RF entrante transmitida por un eNB o AP de la red 100. En ciertas realizaciones, cada uno de los transceptores de RF del 310a al 310n y las antenas respectivas de la 305a a la 305n están configurados para una banda de frecuencia particular o tipo de tecnología. Por ejemplo, un primer transceptor de RF 310a y una antena 305a se pueden configurar para comunicarse a través de una comunicación de campo cercano, como BLUETOOTH®, mientras que un segundo transceptor de RF 310b y una antena 305b se pueden configurar para comunicarse a través de una comunicación IEEE 802,11, como Wi-Fi y otro transceptor de RF 310n y antena 305n se pueden configurar para comunicarse a través de la comunicación celular, como 3G, 4G, 5G, LTE, LTE-A o WiMAX. En ciertas realizaciones, uno o más de los transceptores de RF del 310a al 310n y las antenas respectivas de la 305a a la 305n están configurados para una banda de frecuencia particular o el mismo tipo de tecnología. Los transceptores de RF 310a-310n reducen la señal de RF entrante para generar una señal de frecuencia intermedia (IF) o de banda base. La señal IF o de banda base se envía al circuito de procesamiento RX 325, que genera una señal de banda base procesada filtrando, decodificando y/o digitalizando la señal de banda base o IF. La circuitería de procesamiento RX 325 transmite la señal de banda base procesada al altavoz 330 (como para datos de voz) o al procesador principal 340 para procesamiento adicional (como para datos de navegación web).

El circuito de procesamiento TX 315 recibe datos de voz analógicos o digitales desde el micrófono 320 u otros datos de banda base salientes (tales como datos web, correo electrónico o datos de videojuegos interactivos) del procesador principal 340. La circuitería de procesamiento TX 315 codifica, multiplexa y/o digitaliza los datos de banda base salientes para generar una señal de banda base o IF procesada. Los transceptores de RF del 310a al 310n reciben la señal de banda base o IF procesada saliente de los circuitos de procesamiento TX 315 y convierten la señal de banda base o IF a una señal de RF que se transmite a través de una o más de las antenas de la 305a a la 305n.

El procesador principal 340 puede incluir uno o más procesadores u otros dispositivos de procesamiento y ejecutar el programa OS básico 361 almacenado en la memoria 360 para controlar el funcionamiento general del UE 116. Por ejemplo, el procesador principal 340 podría controlar la recepción de señales de canal directo y la transmisión de señales de canal inverso por los transceptores de del RF 310a al 310n, la circuitería de procesamiento RX 325 y la circuitería de procesamiento TX 315 de acuerdo con principios bien conocidos. En algunas realizaciones, el procesador principal 340 incluye al menos un microprocesador o microcontrolador.

El procesador principal 340 también es capaz de ejecutar otros procedimientos y programas residentes en la memoria 360. El procesador principal 340 puede mover datos dentro o fuera de la memoria 360 según lo requiera un procedimiento de ejecución. En algunas realizaciones, el procesador principal 340 está configurado para ejecutar las aplicaciones 362 en base a el programa OS 361 o en respuesta a señales recibidas de eNB o de un operador. El procesador principal 340 también está acoplado a la interfaz de E/S 345, que proporciona al UE 116 la capacidad de conectarse a otros dispositivos tales como computadoras portátiles y computadoras de mano. La interfaz de E/S 345 es la ruta de comunicación entre estos accesorios y el controlador principal 340.

El procesador principal 340 también está acoplado al teclado 350 y la pantalla 355. El usuario del UE 116 puede usar el teclado 350 para ingresar datos en el UE 116. La pantalla 355 puede ser una pantalla de cristal líquido u otra pantalla capaz de representar texto o al menos gráficos limitados, como los de sitios web, o una combinación de los mismos.

La memoria 360 está acoplada al procesador principal 340. Parte de la memoria 360 podría incluir una memoria de acceso aleatorio (RAM), y otra parte de la memoria 360 podría incluir una memoria Flash u otra memoria de solo lectura (ROM).

Aunque la FIGURA 3A ilustra un ejemplo del UE 116, se pueden hacer varios cambios en la FIGURA 3A. Por ejemplo, varios componentes en la FIGURA 3A podrían combinarse, subdividirse u omitirse adicionalmente y podrían agregarse componentes adicionales de acuerdo con las necesidades particulares. Como ejemplo particular, el procesador principal 340 podría dividirse en múltiples procesadores, tales como una o más unidades de procesamiento central (CPU) y una o más unidades de procesamiento de gráficos (GPU). Además, mientras que la FIGURA 3 ilustra el UE

116 configurado como un teléfono móvil o un teléfono inteligente, los UE podrían configurarse para funcionar como otros tipos de dispositivos móviles o estacionarios.

5 La FIGURA 3B ilustra un ejemplo del eNB 102 de acuerdo con esta divulgación. La realización del eNB 102 que se muestra en la FIGURA 3B es solo para ilustración, y otros eNB de la FIGURA 1 podrían tener la misma configuración o una similar. Sin embargo, los eNB vienen en una amplia variedad de configuraciones, y la FIGURA 3B no limita el ámbito de esta divulgación a ninguna implementación particular de un eNB.

El eNB 102 incluye múltiples antenas de la 365a a la 365n, múltiples transceptores de RF del 370a al 370n, circuitería de procesamiento de transmisión (TX) 375 y circuitería de procesamiento de recepción (RX) 380. El eNB 102 también incluye un controlador/procesador 385, una memoria 390 y una red de retorno o interfaz de red 395.

10 Los transceptores de RF del 370a al 370n reciben, desde las antenas de la 365a a la 365n, señales de RF entrantes, como las señales transmitidas por el UE u otros eNB. Los transceptores de RF del 370a al 370n convierten a la baja las señales de RF entrantes para generar señales IF o de banda base. Las señales IF o de banda base se envían a la circuitería de procesamiento RX 380, que genera señales procesadas de banda base filtrando, decodificando y/o digitalizando las señales de banda base o IF. La circuitería de procesamiento RX 380 transmite las señales de banda base procesadas al controlador/procesador 385 para su posterior procesamiento. En ciertas realizaciones, una o más de las antenas de la 365a a la 365n o transceptores de RF del 370a al 370n incluyen un aparato para integrar la alimentación de antena en una PCB multicapa que contiene múltiples capas conductoras y dieléctricas.

20 La circuitería de procesamiento TX 375 recibe datos analógicos o digitales (tales como datos de voz, datos web, correo electrónico o datos de videojuegos interactivos) del controlador/procesador 385. La circuitería de procesamiento TX 375 codifica, multiplexa y/o digitaliza los datos de banda base salientes para generar señales de banda base o IF procesadas. Los transceptores de RF del 370a al 370n reciben la banda base procesada saliente o las señales IF de los circuitos de procesamiento TX 385 y convierte la banda base o las señales IF en señales de RF que se transmiten a través de las antenas de la 365a a la 365n.

25 El controlador/procesador 385 puede incluir uno o más procesadores u otros dispositivos de procesamiento que controlan el funcionamiento general del eNB 102. Por ejemplo, el controlador/procesador 385 podría controlar la recepción de señales de canal directo y la transmisión de señales de canal inverso por los transceptores de RF del 370a al 370n, la circuitería de procesamiento RX 380 y la circuitería de procesamiento TX 375 de acuerdo con principios bien conocidos. El controlador/procesador 385 también podría soportar funciones adicionales, tales como funciones de comunicación inalámbrica más avanzadas. Por ejemplo, el controlador/procesador 385 podría soportar la transmisión y recepción direccional o las operaciones de enrutamiento direccional en las que las señales salientes de múltiples antenas de la 365a a la 365n se ponderan de manera diferente para dirigir efectivamente las señales salientes en la dirección deseada. El controlador/procesador 385 podría admitir cualquiera de una amplia variedad de otras funciones en el eNB 102. En algunas realizaciones, el controlador/procesador 385 incluye al menos un microprocesador o microcontrolador.

35 El controlador/procesador 385 también es capaz de ejecutar programas y otros procedimientos residentes en la memoria 390, como un OS básico. El controlador/procesador 385 puede mover datos dentro o fuera de la memoria 390 según lo requiera un procedimiento de ejecución.

40 El controlador/procesador 325 también está acoplado a la red de retorno o interfaz de red 395. La interfaz de red o red de retorno 395 permite que el eNB 102 se comunique con otros dispositivos o sistemas a través de una conexión de retorno o a través de una red. La interfaz 395 podría soportar comunicaciones a través de cualquier conexión(es) cableada(s) o inalámbrica(s) adecuada(s). Por ejemplo, cuando el eNB 102 se implementa como parte de un sistema de comunicación celular (como uno que admite 5G, LTE o LTE-A), la interfaz 395 podría permitir que el eNB 102 se comunique con otros eNB a través de una conexión de retorno cableada o inalámbrica. Cuando el eNB 102 se implementa como un punto de acceso, la interfaz 395 podría permitir que el eNB 102 se comunique a través de una red de área local por cable o inalámbrica o por una conexión por cable o inalámbrica a una red más grande (como Internet). La interfaz 395 incluye cualquier estructura adecuada que soporte las comunicaciones a través de una conexión por cable o inalámbrica, como un transceptor de Ethernet o de RF.

La memoria 390 está acoplada al controlador/procesador 385. Parte de la memoria 390 podría incluir una RAM, y otra parte de la memoria 390 podría incluir una memoria Flash u otra ROM.

50 Como se describe con más detalle a continuación, las rutas de transmisión y recepción del eNB 102 (implementado usando los transceptores de RF del 370a al 370n, el circuito de procesamiento TX 375 y/o el circuito de procesamiento RX 380) admiten la comunicación con la agregación de células FDD y células TDD.

55 Aunque la FIGURA 3B ilustra un ejemplo de un eNB 102, se pueden hacer varios cambios en la FIGURA 3B. Por ejemplo, el eNB 102 podría incluir cualquier número de cada componente mostrado en la FIGURA 3B. Como ejemplo particular, un punto de acceso podría incluir una serie de interfaces 395, y el controlador/procesador 385 podría soportar funciones de enrutamiento para enrutar datos entre diferentes direcciones de red. Como otro ejemplo particular, aunque se muestra que incluye una sola instancia de circuitería de procesamiento TX 375 y una única

instancia de circuitería de procesamiento RX 380, el eNB 102 podría incluir múltiples instancias de cada una (como una por transceptor de RF).

La FIGURA 4 ilustra una alimentación de antena de Parche 400 usando Microcinta Acoplada por Ranura. Dos elementos de las antenas populares utilizados en las matrices BS FD-MIMO, las antenas de parche y dipolo, pueden sufrir una degradación del rendimiento cuando se intenta integrar con otros componentes de RF. En particular, para que la antena de parche de microcinta impresa cubra el ancho de banda de aproximadamente el 10%, según sea necesario, para el funcionamiento en las bandas LTE TDD #41, #42 y FDD #7, #22, debe ser usado un entrehierro 405 de aproximadamente de 1 a 5 mm en lugar de un sustrato dieléctrico. El entrehierro 405 puede crearse usando espaciadores de plástico 410 para asegurar la placa de antena de parche 415 a la distancia requerida sobre la placa 420 con el plano de tierra 425 y una abertura de ranura 430. En ese caso, alimentar la antena de parche por contacto eléctrico directo, como el uso de algún tipo de técnica de alimentación de sonda, no es una buena práctica, ya que aumenta la complejidad mecánica, reduce la confiabilidad, aumenta el coste general y requiere personalización que dificulta el ensamble y la producción. Por lo tanto, la alimentación de antena de Parche 400 utiliza una técnica de alimentación acoplada por abertura, donde la ranura 430 se abre en el plano de tierra de la antena 425 en el área debajo de la antena de parche 435 y la señal de RF se acopla a la antena de parche 415 desde una línea de transmisión impresa 440 que cruza sobre la ranura 430 de abertura.

Esta es una forma típica de alimentar antenas de parche acopladas por abertura. Sin embargo, esta técnica requiere que la ranura 430 y la línea de alimentación de la microcinta 440 impresa estén al menos a $\lambda/8$ lejos de las superficies metálicas desde abajo. Si una capa conductora 505 se coloca a nivel, debajo de la ranura 430, para fines de protección, por ejemplo, o como parte de una capa conductora de una pila de capas de PCB multicapa, como se muestra en la alimentación de antena de Parche de placa de circuito impreso (PCB) multicapa 500 en la FIGURA 5, la ranura 430 queda prácticamente en cortocircuito por la capa de metal, o de manera equivalente, su factor de calidad Q se vuelve muy alto y el ancho de banda de la antena y la impedancia se ven gravemente afectados. Por ejemplo, $\lambda/8$ en la banda #41 (2,496 - 2,69 GHz) equivale a una distancia de 14,4 mm (0,567"). Esta es la distancia mínima que la línea de alimentación debe tener respecto a cualquiera de las pistas de señal de cobre o plano/pistas de la tierra en una PCB multicapa o la impedancia de la antena diverge lejos de nuestro objetivo deseado de 50 ohmios (Ω) como se muestra en la FIGURA 6. El impacto de este requisito de separación $\lambda/8$ es que no es factible enrutar una línea de alimentación de antena de microcinta alimentada por ranura a una PCB multicapa porque el espesor máximo de las PCB modernas está limitado a $<5,08$ mm (0,200").

Para evitar este inconveniente, los procedimientos anteriores separan la capa de blindaje o la capa conductora superior 505 de la placa PCB multicapa a una distancia $> \lambda/8$ de la placa de alimentación de antena y se utiliza un conector de RF 705 para transferir la señal de RF desde el transceptor, que normalmente está alojado en la PCB multicapa, a la placa de alimentación de antena como se muestra en el circuito de alimentación de antena 700 que se muestra en la FIGURA 7.

La longitud del conector RF 705 en las frecuencias celulares es típicamente de alrededor de 18 mm. La configuración del circuito de alimentación de antena 700 de la FIGURA 7 no es muy práctica porque la configuración del circuito de alimentación de antena 700 aumenta el factor de forma total de la antena, aumenta el coste debido a los costosos conectores y adaptadores de RF, causa pérdida adicional en el sistema, aumenta la complejidad del ensamble y reduce la confiabilidad (especialmente cuando se trata de producción en masa), aumenta el peso total (considerando un sistema de antena práctico con alrededor de un centenar de conectores de antenas) y finalmente es sensible a los errores de desalineación entre las dos placas y los conectores de RF.

Las realizaciones de la presente divulgación ilustran un procedimiento y un aparato para integrar la placa de alimentación de antena en la placa PCB multicapa que aloja el resto de los componentes críticos del sistema de telecomunicaciones, tales como al menos una unidad transceptora y una unidad de banda base. El espesor total de la placa integrada es inferior a 2,54 mm (0,100") y puede producirse en masa con bajo coste y alta confiabilidad.

La FIGURA 8 ilustra un circuito de alimentación de antena integrado en una PCB multicapa según esta divulgación. La realización del circuito de alimentación de antena 800 que se muestra en la FIGURA 8 es solo para ilustración. En ciertas realizaciones, una o más de las antenas 365 o transceptores 370 de eNB 102 podrían tener la misma configuración o una similar. Se podrían usar otras realizaciones del circuito de alimentación de antena 800 sin apartarse del ámbito de la presente divulgación.

El circuito de alimentación de antena 800 está integrado en una PCB multicapa 805. Para evitar bloquear una abertura de ranura 815a en la capa del plano de tierra de la antena 810, las ranuras 815b se abren en todas las capas conductoras consecutivas 820 en la PCB multicapa 805 debajo de la ranura 815 de alimentación de antena principal. Las vías conductoras de interconexión 825 se incorporan según sea necesario para asegurar la conexión eléctrica de las partes de las capas conductoras 820 al sistema y a las capas del plano de tierra de la antena 810. Las vías 825 se distribuyen a través de una porción sustancial del área de la PCB multicapa 805, pero se mantienen alejadas y separadas de las ranuras 815 abiertas en todas las capas conductoras 820. El circuito de alimentación de antena 800 incluye una antena de parche 835. En ciertas realizaciones, la antena de parche 835 es la antena 365. La línea de microcinta 830 que transporta la señal de RF para acoplarla a la antena de parche 835 se coloca sobre la capa conductora superior 820 y parcialmente debajo de la antena de parche 835. El entrehierro 840 es creado por

separadores de plástico 845 que aseguran la placa de antena de parche 850 a la distancia requerida sobre la placa 855 con el plano de tierra 810.

La FIGURA 9 ilustra una placa PCB multicapa con el aparato de alimentación de antena integrado de acuerdo con esta divulgación. La realización de la placa PCB multicapa con el aparato de alimentación de antena integrado 900 que se muestra en la FIGURA 9 es solo para ilustración. En ciertas realizaciones, una o más de las antenas 365 o transceptores 370 de eNB 102 podrían tener la misma configuración o una similar. Se podrían usar otras realizaciones del circuito de alimentación de antena 900 sin apartarse del ámbito de la presente divulgación.

La placa PCB multicapa con el aparato de alimentación de antena integrado 900 incluye un transceptor 905. El transceptor 905 y la banda base 910 comprenden partes del transceptor 370. El transceptor 905 incluye un amplificador de potencia, filtro, interruptor de transmisión y recepción (TRX), duplexor, mezclador, conversor de señal analógica a digital (ADC)/conversor de señal digital a analógica (DAC). Los componentes eléctricos del transceptor 905 están acoplados en su mayoría a una capa conductora 820a en el lado inferior de la placa PCB multicapa 805 y a una conexión eléctrica a la línea de alimentación de antena 915, que puede ser una línea impresa de microcinta 830, que está por encima de una capa conductora 820 en el lado superior de la placa PCB multicapa 805, que se realiza con vías de interconexión 825. Un acoplador direccional impreso 920 y un divisor de potencia 925 también se colocan sobre la capa conductora 820 en un lado superior de la placa PCB multicapa 855 y se conectan eléctricamente a la línea de alimentación de antena 915. Una banda base 910 está alojada sobre un lado superior de la placa PCB 855 y conectada eléctricamente a la unidad transceptora 905 mediante la interconexión de las vías 825. La banda base 910 que incluye un circuito de procesamiento, como por ejemplo un ASIC, un FPGA, un DSP, una memoria y similares.

La FIGURA 10 ilustra una placa de antena de Parche de Polarización Dual configurada encima de la PCB Multicapa de la alimentación de antena propuesta según esta divulgación. La realización de la placa de antena de Parche de Polarización Dual 1000 que se muestra en la FIGURA 10 es solo ilustrativa. En el ejemplo que se muestra en la FIGURA 10, se ilustran dos elementos. Se podrían usar otras realizaciones sin apartarse del ámbito de la presente divulgación.

La FIGURA 10 muestra una vista desde arriba de una placa de una matriz de antenas de parche de polarización dual, dos elementos 1005a y 1005b mostrados solamente a modo de ejemplo, ubicados a una poca distancia por encima de la PCB multicapa que contiene el aparato de alimentación descrito con respecto a la FIGURA 8. Un arreglo de vías 825 está dispuesto a través de la PCB multicapa 805 y está separado regularmente por aproximadamente $\lambda/10$. Las vías 825 están configuradas para actuar como elementos de sintonización para compensar la baja impedancia de la línea de alimentación, es decir, rotarla más cerca de 50Ω con respecto a la FIGURA 6 que ocurre debido a la falta de separación vertical entre el elemento de ranura en la capa del plano de tierra de la antena y la capa de blindaje en la capa inferior de la PCB multicapa. Sin la compensación a través del arreglo de vías, no es posible integrar la estructura de alimentación de antena en la PCB multicapa debido a las impedancias indicadas en la FIGURA 8. Si bien no existe una fórmula exacta para el espaciado del arreglo de vías, los resultados empíricos indican que de $\lambda/10$ a $\lambda/12$ produce impedancias óptimas en la mayoría de los casos, aunque estos no son límites estrictos.

Además de las antenas de parche 835, este aparato de alimentación integrado también es útil como balun cuando se alimentan antenas dipolo. Se sabe que las antenas dipolo proporcionan un ancho de banda mayor que las antenas de parche y también campos de polarización cruzada mucho más bajos. Esta característica las hace adecuadas para las matrices de antenas de transmisión y recepción direccional, como las utilizadas en los sistemas de telecomunicaciones MIMO modernos. Un inconveniente de las antenas dipolo es que requieren una alimentación equilibrada y una adaptación de impedancia. Esto normalmente lo proporciona un transformador externo de balun y de impedancia. El balun convierte una señal de RF de un solo extremo, como por ejemplo una señal transportada por una línea de microcinta 830 en una señal de RF diferencial o balanceada, como por ejemplo una señal de RF transportada por un par de cintas coplanares, que se pueden utilizar para alimentar una antena dipolo en el modo diferencial. Se necesita un transformador de impedancia para convertir la impedancia del sistema, típicamente 50Ω , a la impedancia de la antena dipolo, típicamente alrededor de 200Ω . Esta relación de transformación de impedancia (4: 1) requiere transformadores de impedancia de línea de transmisión largos ($>\lambda/4$) que requieren espacio adicional en la placa PCB, lo que dificulta la integración. Finalmente, para un rendimiento óptimo, las antenas dipolo deben colocarse a aproximadamente $\lambda/4$ sobre el plano de tierra.

La FIGURA 11 ilustra un ensamble de la antena dipolo según esta divulgación. La realización del ensamble de la antena dipolo 1100 que se muestra en la FIGURA 11 es solo para ilustración. Se podrían usar otras realizaciones sin apartarse del ámbito de la presente divulgación.

Como se muestra en el ejemplo ilustrado en la FIGURA 11, la transición de una señal de RF desde una placa plana PCB multicapa, que típicamente tiene el plano de tierra de la antena y la línea de alimentación en las dos capas superiores, a la placa PCB de la antena dipolo 1105 que se coloca en ángulo recto con respecto a la PCB multicapa 805, no es directa. La antena dipolo 1100 incluye un elemento de antena dipolo 1110 dispuesto en la placa PCB de la antena dipolo 1105. La placa PCB de la antena dipolo 1105 está acoplada a la placa PCB multicapa 805 a través de un medio de fijación 1115, tal como conectores de ángulo recto con tornillos, conectores de ángulo recto con adhesivo, una soldadura de plástico, otro enlace químico, o una combinación de los mismos. La placa PCB de la antena dipolo

1105 está dispuesta sobre al menos una porción de la ranura 815 como lo es la línea de microcinta 830 que transporta la señal de RF.

5 El aparato de alimentación integrado divulgado en las realizaciones de la presente divulgación está adaptado en las FIGURAS 11, 12 y 13 para funcionar como un transformador de balun y de impedancia para alimentar antenas dipolo. En las FIGURAS 12 y 13 también se divulga una transición desde la placa PCB de la antena dipolo 1105 a la placa PCB multicapa 805. Las FIGURAS 11, 12 y 13 muestran el aparato divulgado en la FIGURA 8 para alimentar una antena de parche, adaptada para alimentar una antena dipolo.

10 En los ejemplos mostrados en las FIGURAS 12 y 13, el elemento de antena dipolo de aproximadamente $\lambda/2$ de longitud está impreso en la placa PCB de la antena 1105 con dos capas conductoras 820 y una capa dieléctrica 1205. La placa PCB de la antena 1105 se coloca en ángulo recto con respecto a la placa PCB multicapa 805, que tiene la línea de alimentación de antena, es decir, la línea de microcinta 830 que transporta la señal de RF y el plano de tierra 810 en sus dos capas superiores. En ciertas realizaciones, la placa PCB de la antena 1105 tiene aproximadamente $\lambda/4$ de altura respecto a la frecuencia central de operación. La placa PCB de la antena dipolo 1105 está asegurada a la placa PCB multicapa 805 utilizando medios de sujeción 1115, tales como conectores de ángulo recto de plástico con tornillos, conectores de ángulo recto con adhesivo, una soldadura de plástico, otro enlace químico o una combinación de los mismos. En ciertas realizaciones, se abre una ranura estrecha y poco profunda en la placa PCB multicapa 805 a lo largo de un borde 1210 donde la placa PCB de la antena 1105 y la placa PCB multicapa 805 contactan físicamente. Un ancho y una longitud de la ranura son iguales al espesor y la longitud, respectivamente, de la placa PCB de la antena 1105. La profundidad 1215 de la ranura es menor que el espesor de la primera capa dieléctrica 1205 de la placa PCB multicapa 805. Con esta configuración, la placa PCB de la antena 1105 se puede empotrar ligeramente en la placa PCB multicapa 805 de modo que las dos cintas balanceadas para los elementos de antena 1110 en la placa PCB de la antena 1105 hagan un contacto eléctrico sólido y eficiente con las huellas de soldadura de la vía 1220 ubicadas en el placa PCB multicapa 805 y en cortocircuito con la tierra de la PCB multicapa con vías 825, en lados opuestos de las ranuras 815 abiertas. De ese modo, una señal de RF transportada por una línea de microcinta 830, que está por encima de la capa conductora superior 820b de la PCB multicapa 805 y que cruza sobre una porción de la ranuras 815 abiertas en el plano de tierra de la antena, que se encuentra en la segunda capa conductora 820 de la PCB multicapa, puede acoplarse desde la línea de microcinta 830 y a través de la ranuras 815 abiertas al par de cintas balanceadas, específicamente, los elementos de la antena 1110, y por lo tanto irradiar por la antena dipolo 1100. Esta técnica se puede replicar en múltiples ubicaciones para alimentar una matriz dipolar.

30 Aunque la presente divulgación se ha descrito con una realización ejemplar, se pueden sugerir varios cambios y modificaciones a un experto en la técnica. Se pretende que la presente divulgación abarque los cambios y modificaciones que entren dentro del ámbito de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Una antena que comprende:

una placa de circuito impreso multicapa, PCB (805);

una línea de transmisión (830, 915) impresa en al menos una capa en la PCB multicapa (805); y

5 un elemento de antena (835) que irradia señales proporcionadas a través de la línea de transmisión (830, 915), estando el elemento de antena (835) dispuesto cerca de la placa de circuito impreso multicapa, PCB (805),

en la que la PCB multicapa (805) comprende:

10 una pluralidad de capas conductoras (820) y dieléctricas alternas, en la que, contando en un orden físico de las capas conductoras, la línea de transmisión (830, 915) está impresa en una primera capa conductora más cercana al elemento de antena (835), una segunda capa conductora está configurada para servir como capa del plano de tierra de la antena (810),

una tercera capa conductora está configurada para servir como capa de blindaje,

15 una cuarta capa conductora está configurada para servir como una capa del plano de tierra del sistema al menos dos primeras aberturas de ranuras (815a, b), una (815a) de las al menos dos primeras aberturas de ranuras (815a, b) está ubicada en la capa del plano de tierra (810), las al menos dos primeras aberturas de ranuras (815a, b) ubicadas en al menos dos capas conductoras consecutivas que comienzan desde la capa del plano de tierra de la antena (810) y que se extienden a través de las capas conductoras consecutivas entre la capa del plano de tierra de la antena (810) y la capa de blindaje, y las al menos dos primeras aberturas de ranuras (815a, b) que tienen dimensiones laterales más pequeñas que las dimensiones laterales del elemento de antena (835), en la que la línea de transmisión (830, 915) está acoplada al elemento de antena a través de las al menos dos primeras aberturas de ranuras (815a, b),

20 las al menos dos primeras aberturas de ranuras (815a, b) dispuestas en ubicaciones laterales similares, de manera que las al menos dos primeras aberturas de ranuras se superponen sustancialmente entre sí, al menos una unidad transceptora (905) conectada eléctricamente a la línea de transmisión (830, 915), al menos una unidad de procesamiento de banda base (910) conectada eléctricamente a la unidad transceptora (905), y

25 una pluralidad de vías conductoras de interconexión de capas (825) configuradas para permitir una conexión conductora entre la capa del plano de tierra del sistema, porciones de la capa del plano de tierra de la antena (810), la capa de blindaje y porciones de las capas conductoras de la PCB multicapa (805), las vías (825) dispuestas a través de todas las capas conductoras distribuidas a través de una porción sustancial del área de la PCB multicapa (805) que no incluye las primeras aberturas de ranuras (815a, b).

30 2. La antena de la reivindicación 1, en la que la antena comprende además una placa de antena (850) y separadores de plástico (845), y en la que el elemento de antena (835) está impreso en la placa de antena (850) que se dispone encima y en un plano paralelo a un plano de la multicapa (805) y a la distancia que mantienen los separadores de plástico (845), y

en la que los separadores de plástico están configurados para formar un entrehierro (840) entre la placa de antena y la PCB multicapa sin conexión conductora.

35 3. La antena de la reivindicación 1, en la que la antena comprende además una placa de antena de dos capas (850) y en la que el elemento de antena (835) comprende al menos una de una antena de parche y una antena de parche rectangular,

en la que la antena de parche está impresa en una porción de una capa conductora inferior de la placa de antena de dos capas (850), la capa inferior de la placa de antena de dos capas que es la capa más cercana a la PCB multicapa.

40 4. La antena de la reivindicación 1, en la que la línea de transmisión (830, 915) impresa en la primera capa conductora superior de la PCB multicapa (805), que es la capa conductora más cercana al elemento de antena (835), comprende uno de: una línea de microcinta, una línea de guía de onda coplanar o un par de cintas coplanares.

45 5. La antena de la reivindicación 4, en la que la línea de transmisión (830, 915) impresa en la primera capa conductora cruza sobre una porción de las al menos dos primeras aberturas de ranuras (815a, b).

50 6. La antena de la reivindicación 4, en la que la antena comprende además una quinta capa conductora, una sexta capa conductora, una séptima capa conductora y una octava capa conductora, y en la que la tercera capa conductora, la cuarta capa conductora, la quinta capa conductora, la sexta capa conductora, la séptima capa conductora y la octava capa conductora consecutivas comprenden aberturas de ranuras (815b) de geometría

similar y estas aberturas de ranuras tienen dimensiones laterales más pequeñas que las dimensiones laterales del elemento de antena (835),

en la que las aberturas de ranuras están formadas y dispuestas en ubicaciones laterales similares en cada capa conductora, de manera que las aberturas de ranuras se superponen al menos parcialmente entre sí y con la apertura de ranura en la segunda capa conductora.

5 7. La antena de la reivindicación 1, en la que la capa de blindaje está configurada sin una apertura de ranura y está configurada para proteger eléctricamente un espacio debajo de la capa de blindaje del espacio por encima de la capa de blindaje.

8. La antena de la reivindicación 1, que comprende además:

10 al menos una segunda apertura de ranura configurada para acoplar una segunda señal de radiofrecuencia, RF, diferente de una primera señal de RF transportada por las al menos dos primeras aberturas de ranuras, al elemento de antena.

15 9. La antena de la reivindicación 8, en la que el elemento de antena tiene polarización dual y en la que la primera señal de RF y la segunda señal de RF están acopladas al elemento de antena de polarización dual a través de las al menos dos primeras aberturas de ranuras y la al menos una segunda apertura de ranura.

10. La antena de la reivindicación 1, en la que la al menos una unidad transceptora (905) está conectada eléctricamente mediante vías de interconexión (825) a una línea de transmisión de microcinta que transporta una señal de RF, y

20 en la que la unidad de banda base (910) está conectada eléctricamente a la primera capa conductora y está conectada eléctricamente mediante vías de interconexión (825) a la al menos una unidad transceptora.

11. La antena de la reivindicación 1, en la que la antena comprende además una placa de antena de dos capas (1105), y en la que el elemento de antena es un elemento de antena dipolo (1110) impreso en una porción de una capa conductora de la placa de antena de dos capas (1105) y en la que un par de dos líneas de transmisión de la cinta de alimentación simétricas conductoras estrechas separadas por un pequeño espacio se imprimen en una porción de la capa conductora de la placa de antena de dos capas (1105), y en la que las líneas de transmisión de la cinta de alimentación simétricas, conductoras y estrechas se unen en un primer lado a un terminal de alimentación dipolo y las líneas de transmisión de la cinta de alimentación están configuradas para transferir una señal de RF a la antena dipolo,

en la que la placa de antena está dispuesta en un plano perpendicular a la PCB multicapa (805),

30 en la que un segundo lado de las dos líneas de la cinta de alimentación conductora está en contacto eléctrico con el plano de tierra de la antena en dos ubicaciones en lados opuestos de las al menos dos aberturas de ranuras formadas en la capa conductora del plano de tierra de la antena de la PCB multicapa, y

en la que la señal de RF está acoplada a través de las al menos dos aberturas de ranuras a las líneas de transmisión de la cinta de alimentación de antena dipolo.

35 12. La antena de la reivindicación 11, en la que el par de dos líneas de transmisión de la cinta de alimentación simétrica conductora estrecha en la placa de antena (1105) se extienden hasta el borde inferior de la placa de antena, y

en la que la placa de antena (1105) está asegurada en ángulos rectos a la PCB multicapa (805) y asegurada con un medio de fijación (1115) donde la placa de antena y la PCB multicapa contactan físicamente.

40 13. La antena de la reivindicación 12, en la que cada una de las líneas de transmisión de la cinta de alimentación simétrica, conductora y estrecha en la placa de antena está conectada eléctricamente a través de huellas de soldadura (1220) en la superficie de la PCB multicapa (805), en la que las dimensiones laterales de las huellas de soldadura de la vía (1220) son aproximadamente iguales al ancho de cada línea de transmisión de la cinta de alimentación simétrica, conductora y estrecha,

45 en la que cada una de las huellas de soldadura de la vía están conectadas eléctricamente al plano de tierra de la antena (810) con una vía conductora, y

en la que cada una de las huellas de soldadura de la vía y las vías están dispuestas en lados opuestos de las al menos dos aberturas de ranuras (815a, b) en la capa del plano de tierra de la antena de la PCB multicapa.

Figura 1

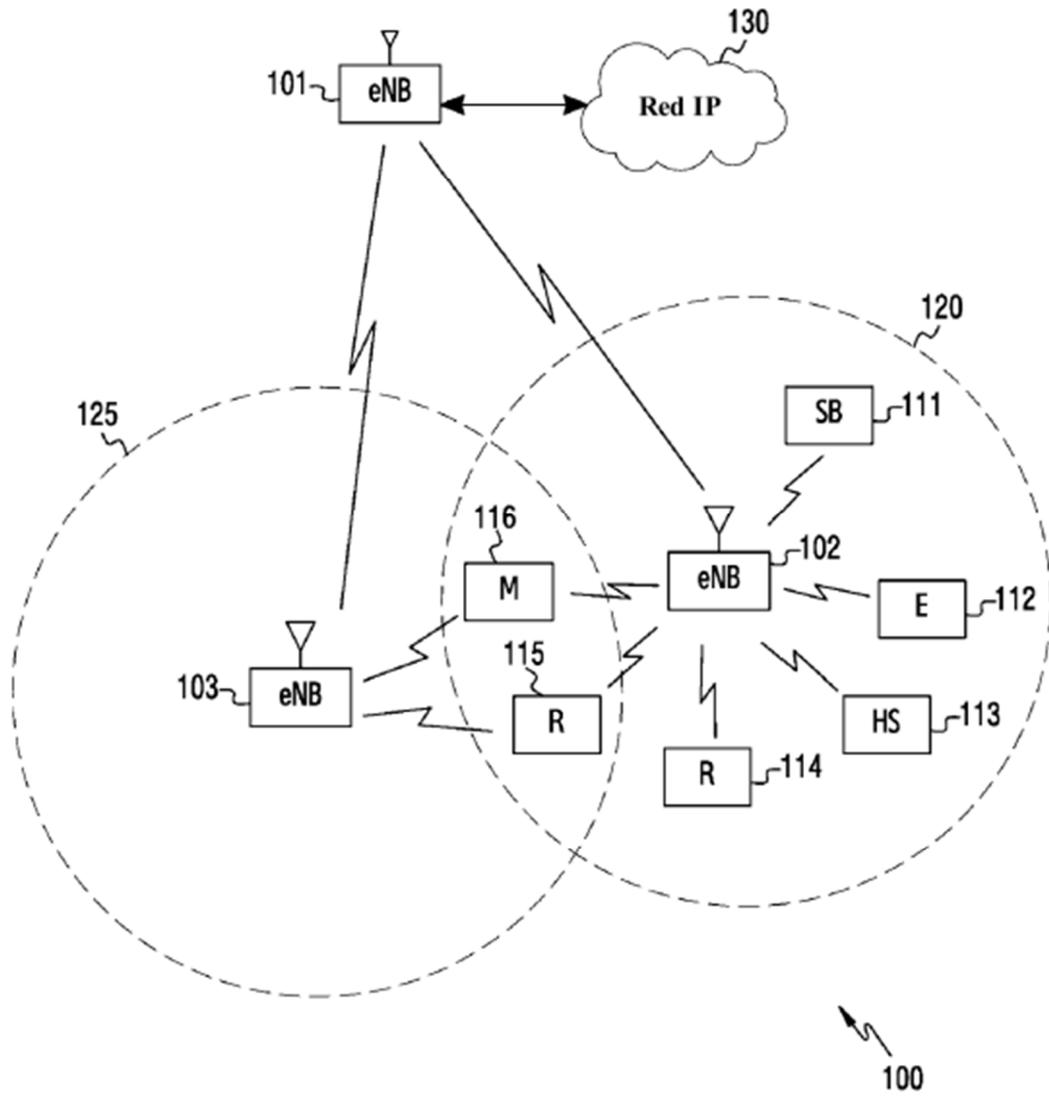


Figura 2a

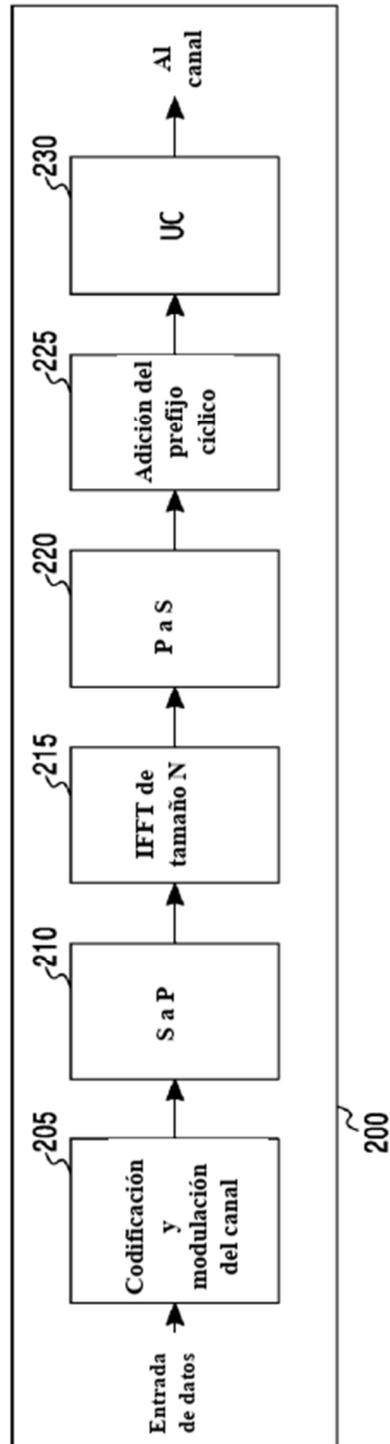


Figura 2b

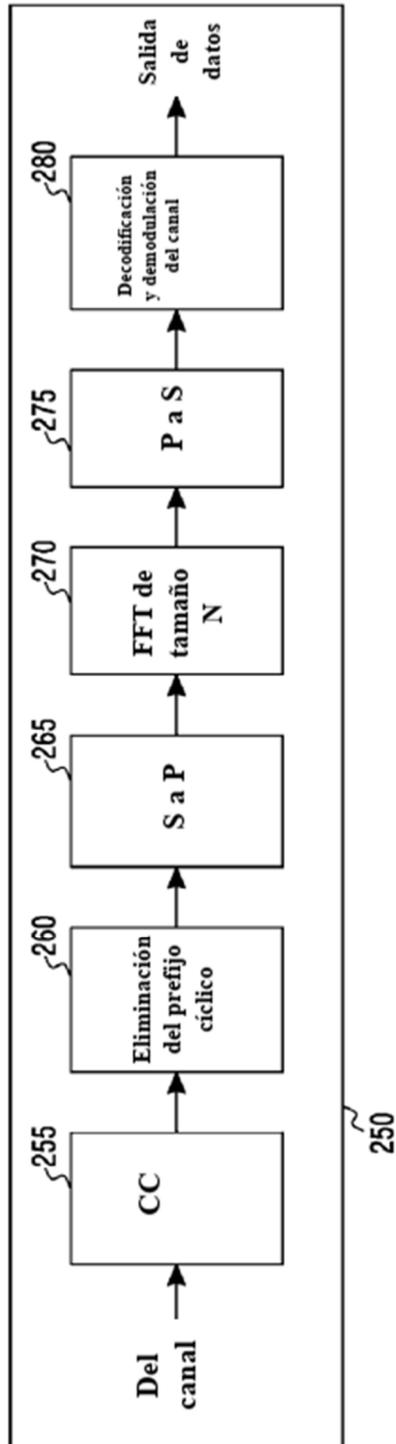


Figura 3a

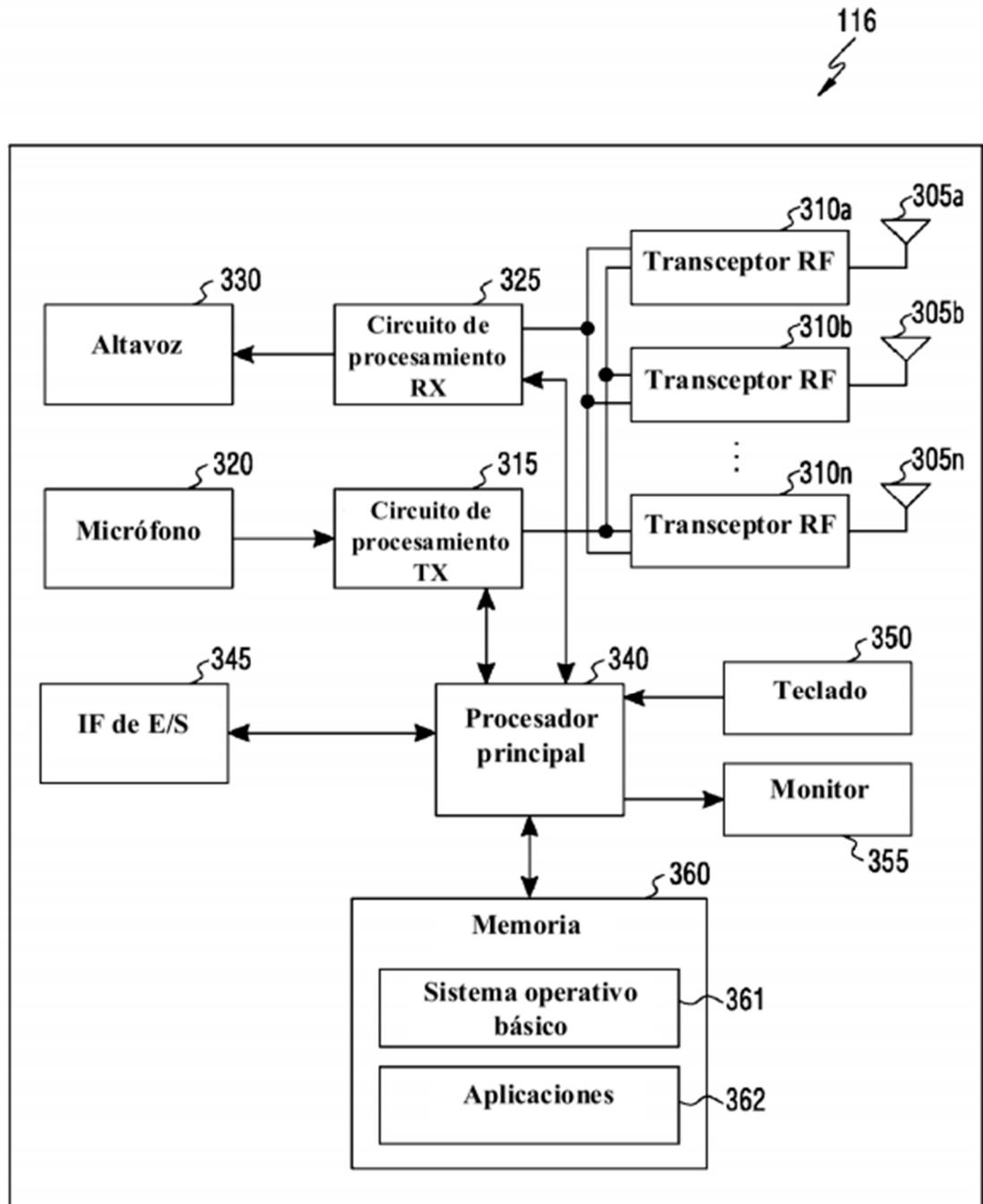


Figura 3b

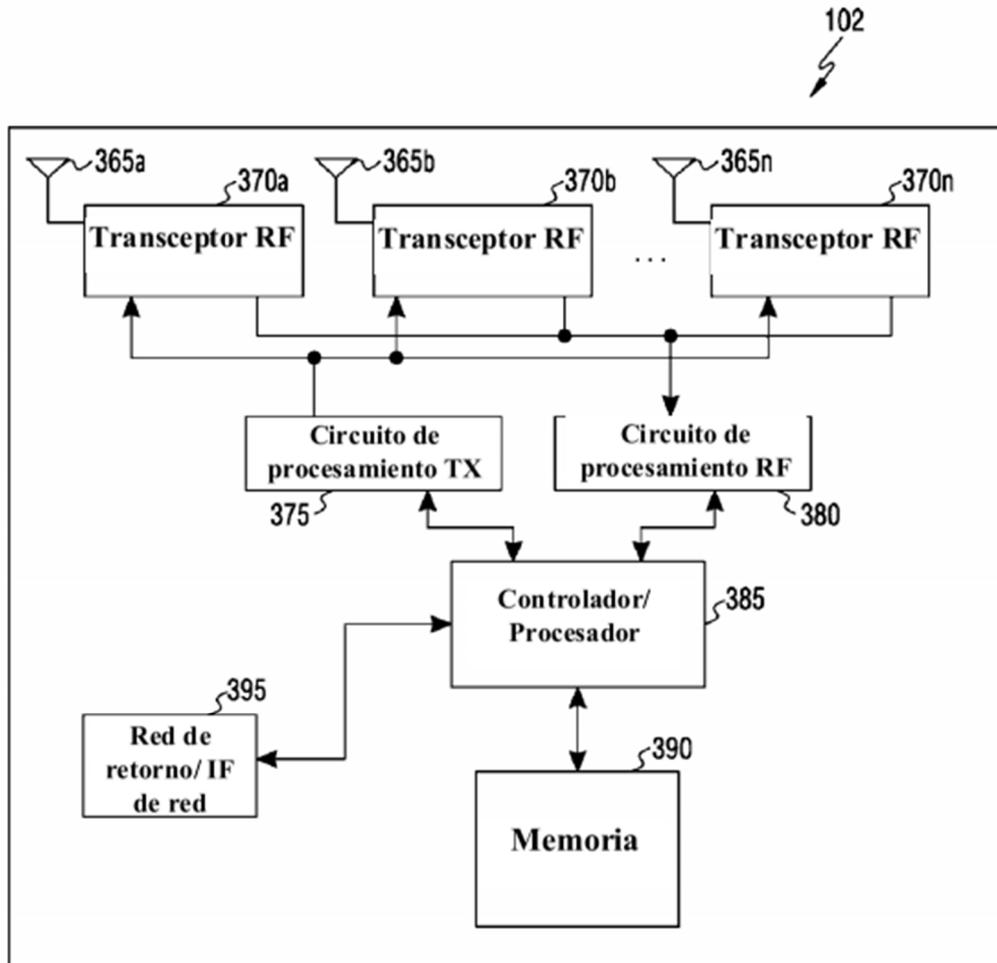


Figura 4

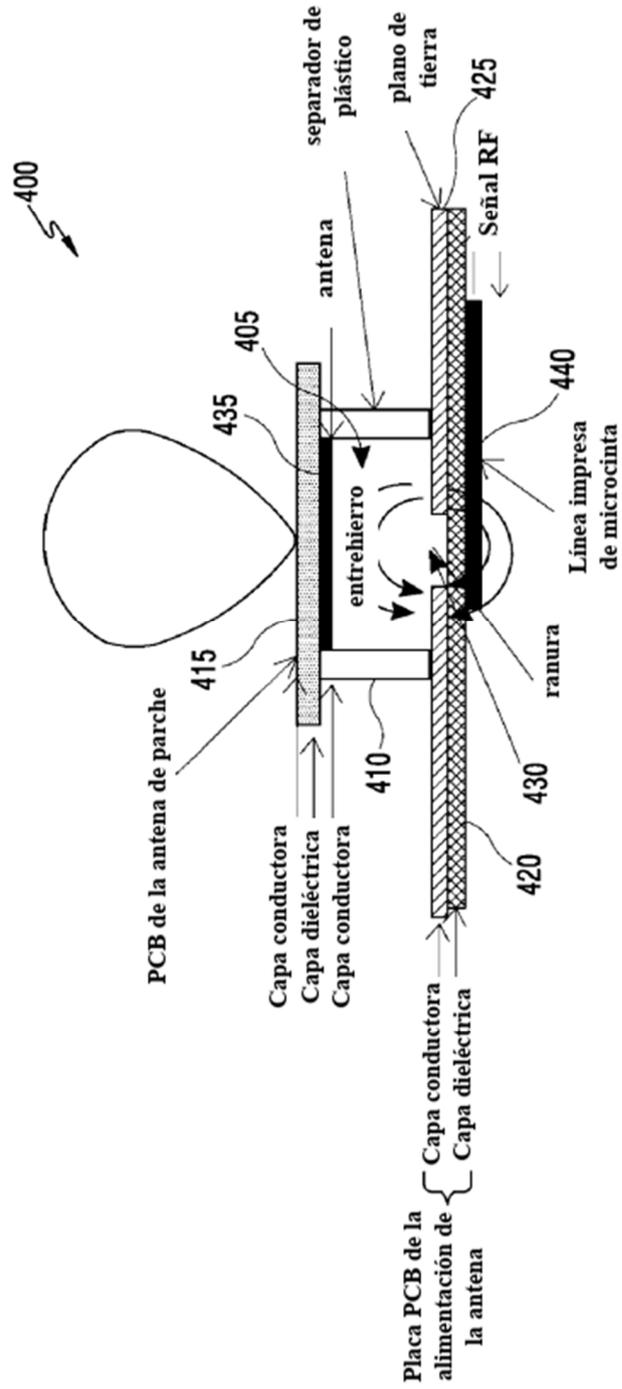


Figura 5

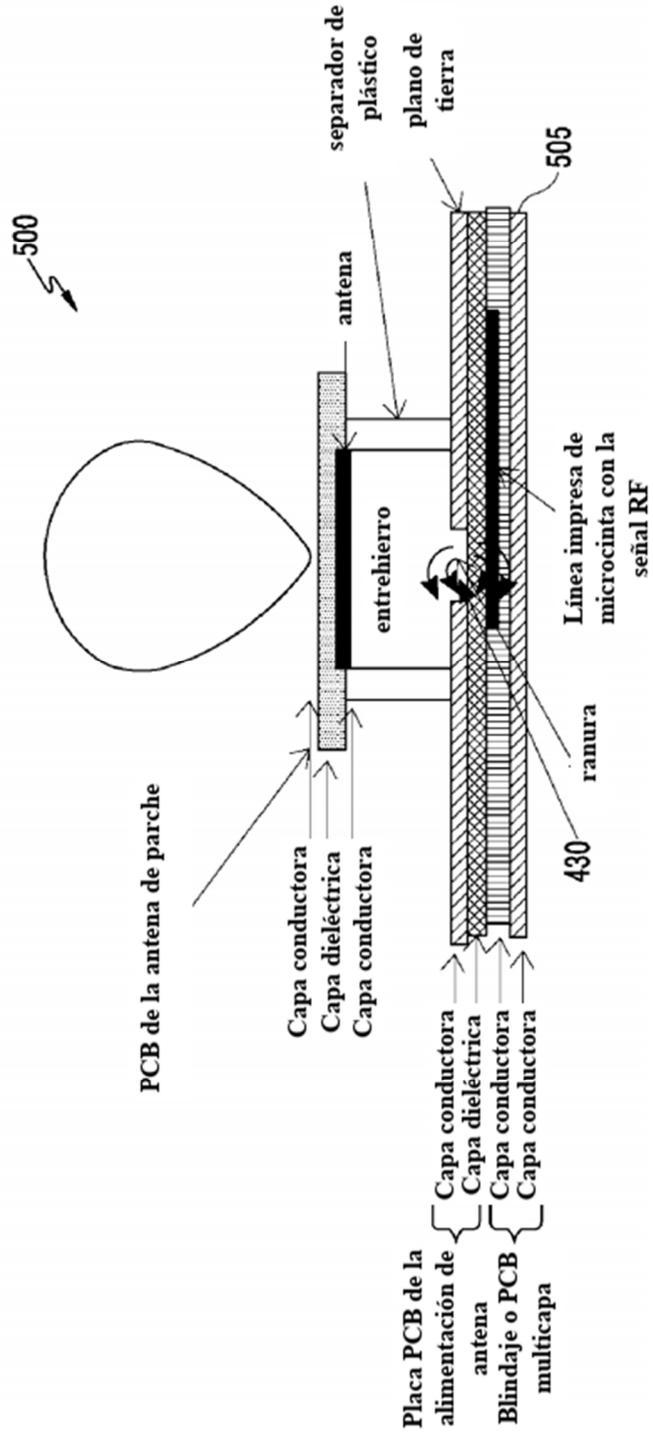


Figura 6

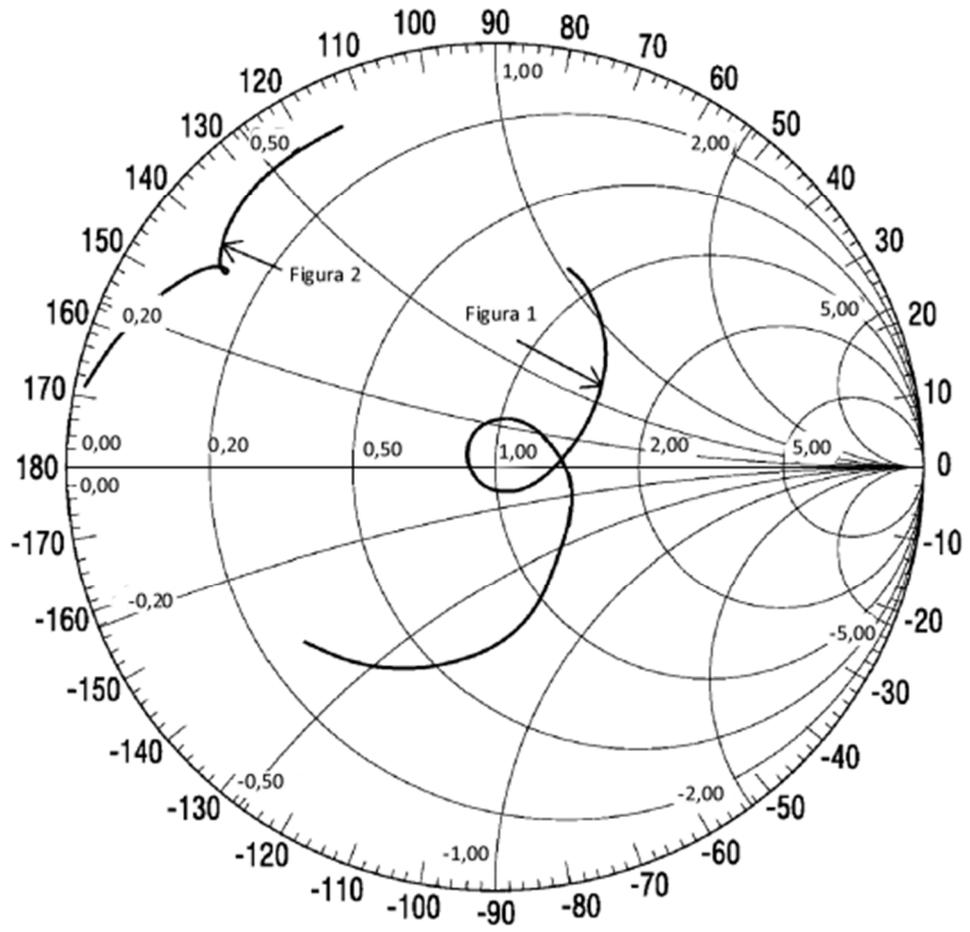


Figura 7

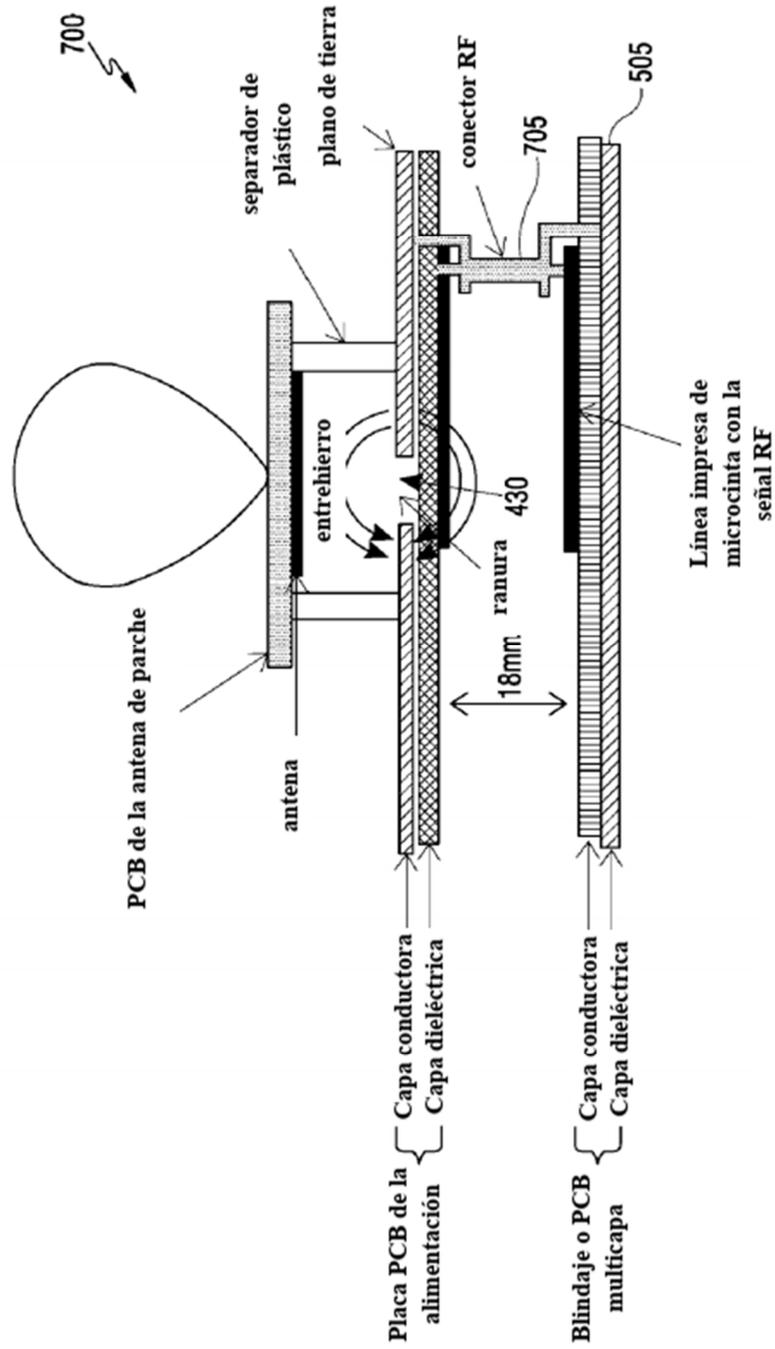


Figura 8

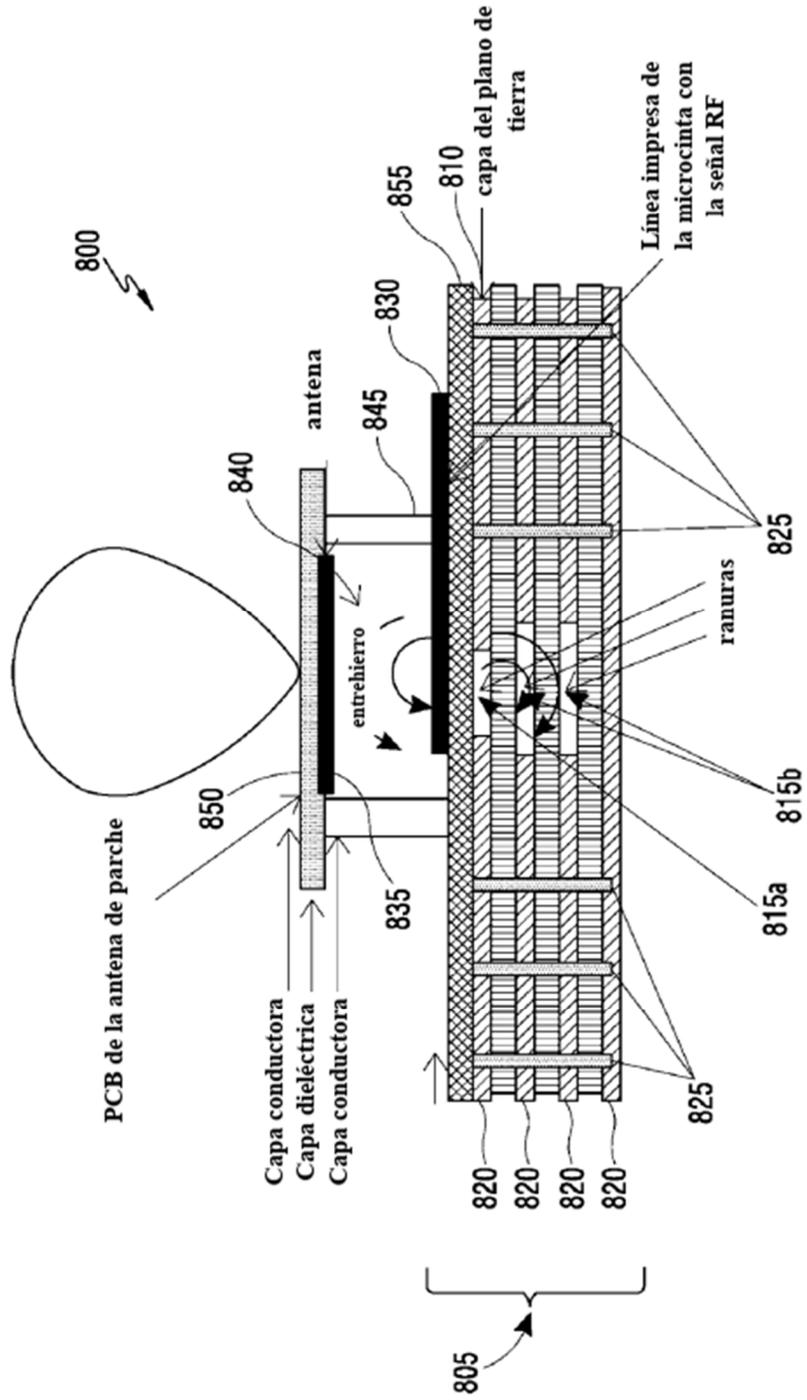


Figura 9

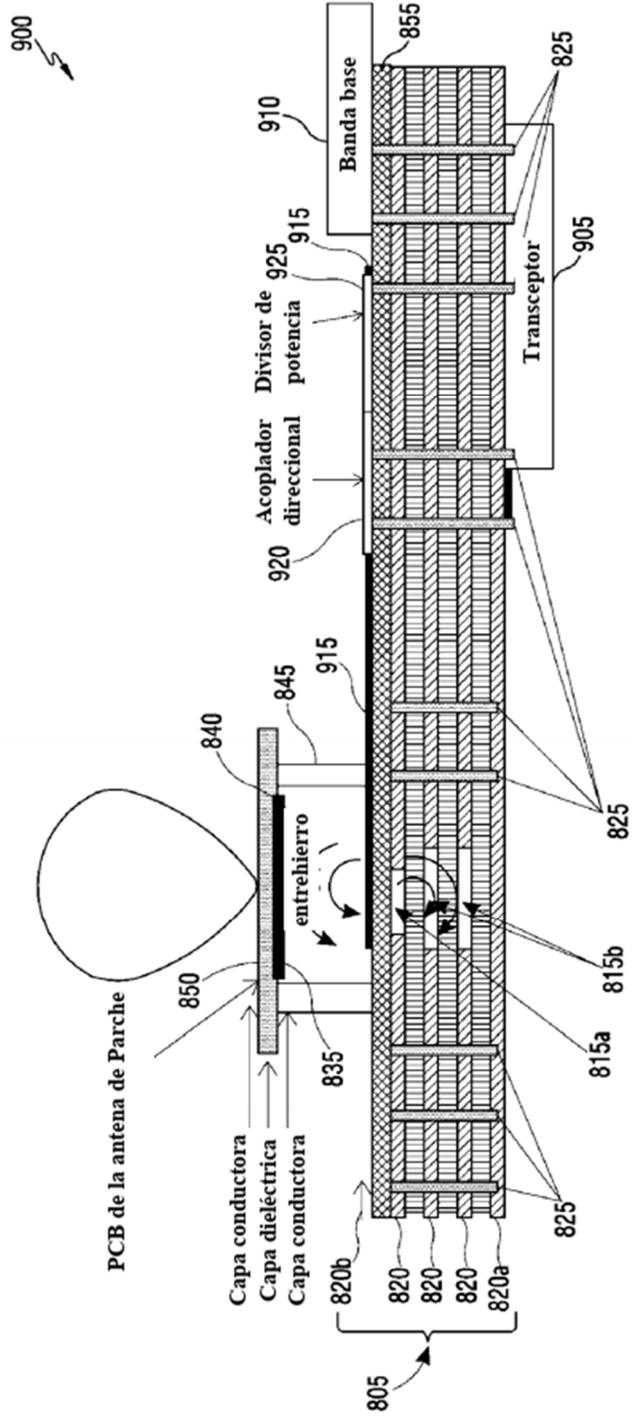


Figura 10

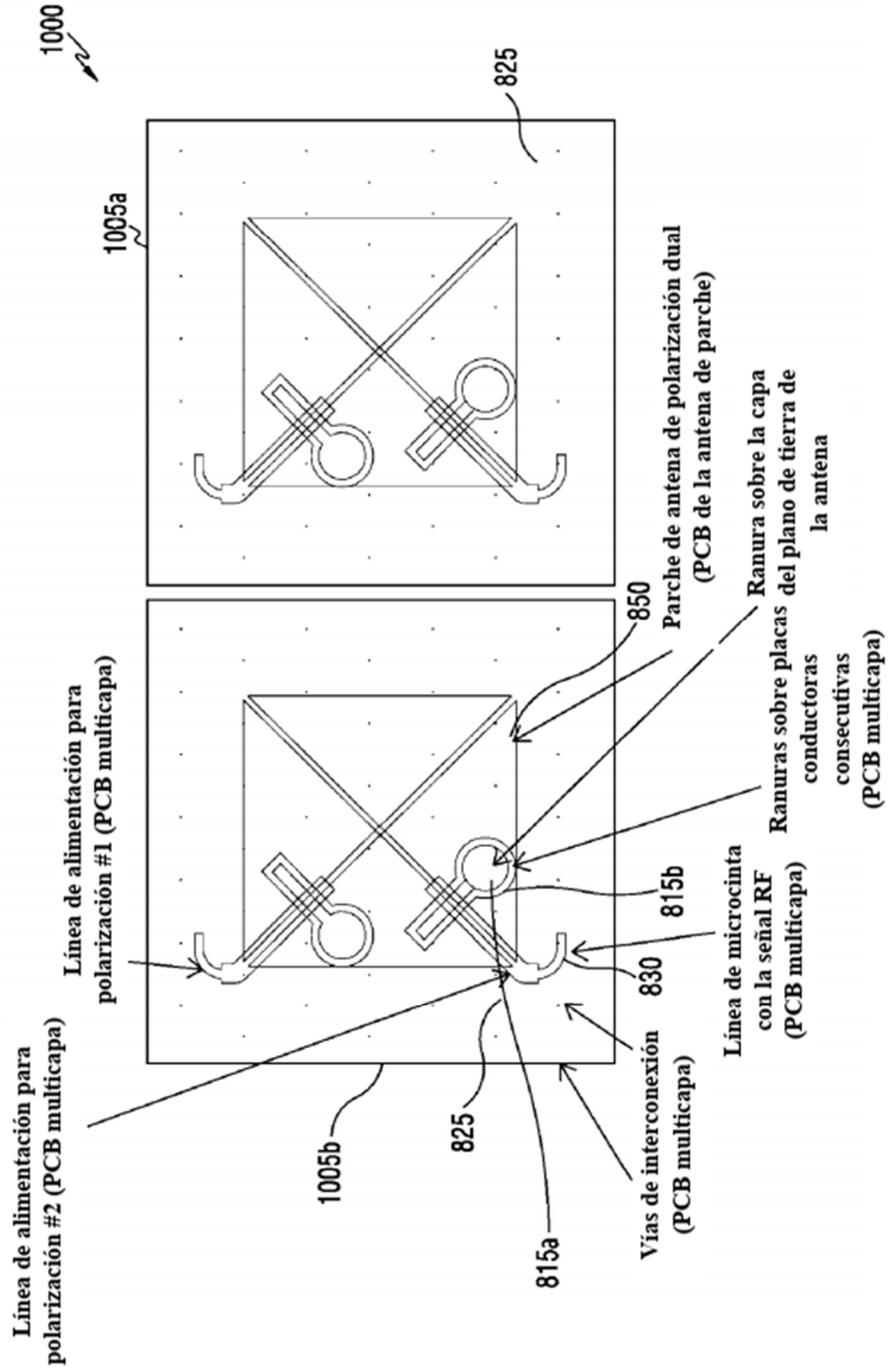


Figura 11

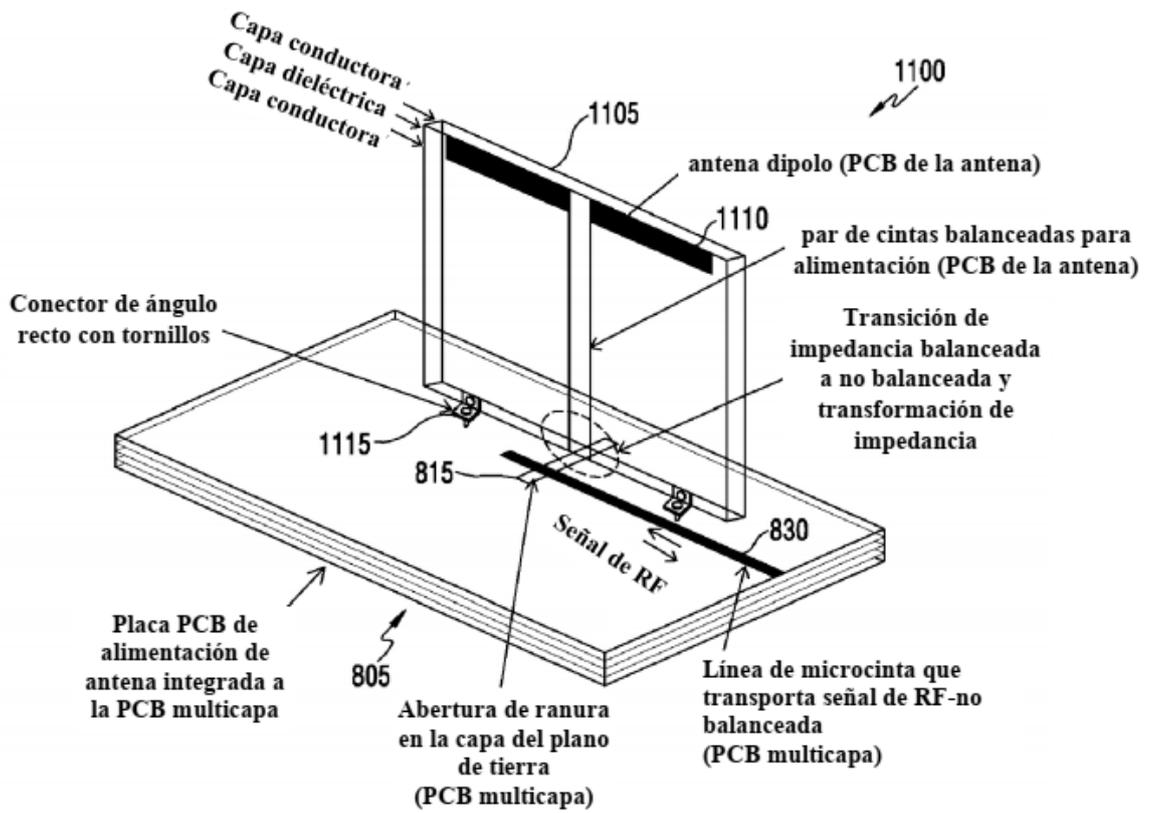


Figura 12

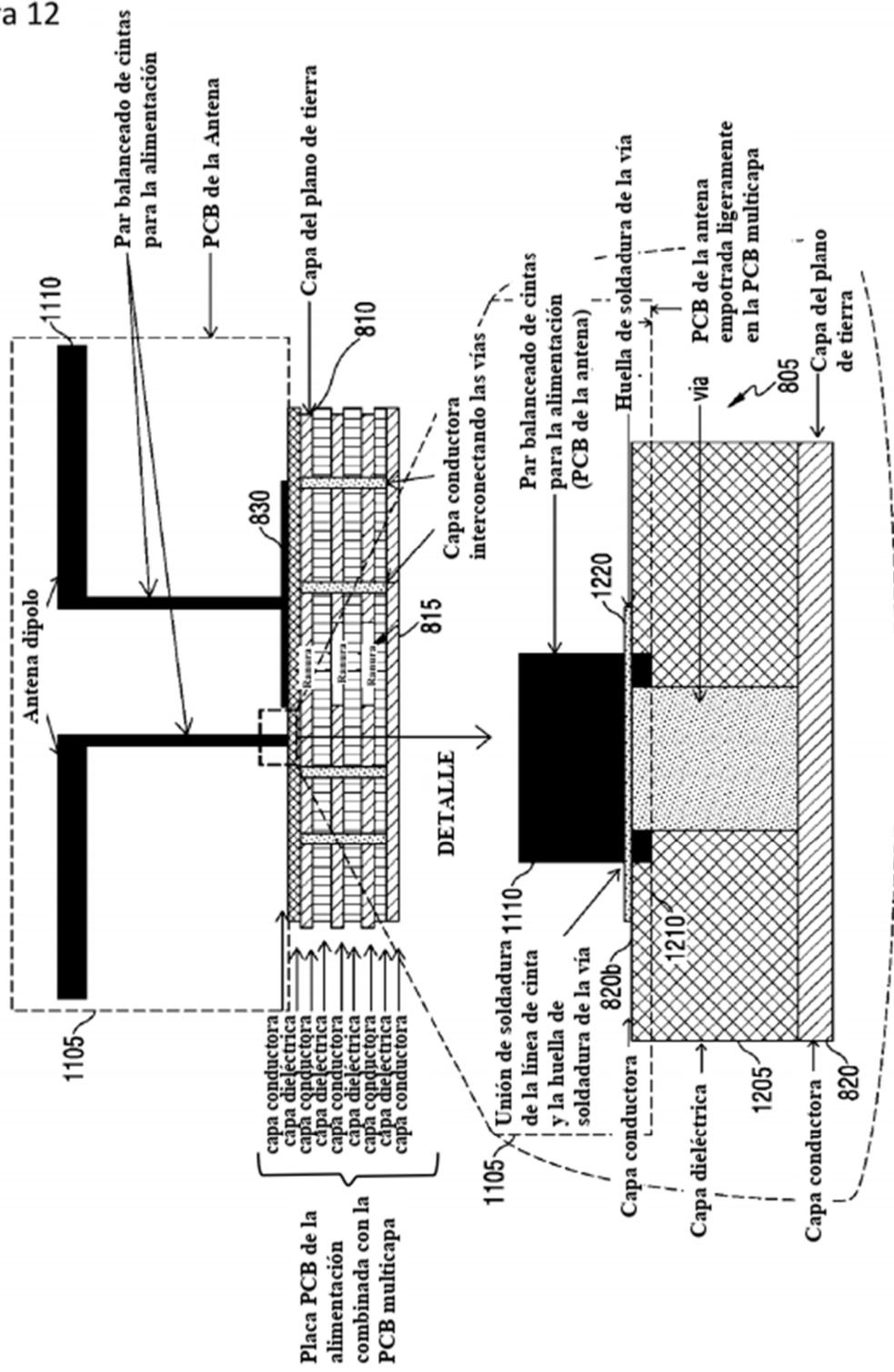


Figura 13

