

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 770 434**

51 Int. Cl.:

H01Q 7/00 (2006.01)

H01Q 21/30 (2006.01)

H01Q 1/22 (2006.01)

H01Q 1/38 (2006.01)

H01Q 5/364 (2015.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.04.2012** **PCT/US2012/000197**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.10.2012** **WO12141767**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.04.2012** **E 12715746 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2019** **EP 2697864**

54 Título: **Pequeña antena de cuadro de banda ancha para aplicaciones de campo cercano**

30 Prioridad:

13.04.2011 US 201161475109 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
01.07.2020

73 Titular/es:

SENSORMATIC ELECTRONICS, LLC (100.0%)
6600 Congress Avenue
Boca Raton, FL 33487, US

72 Inventor/es:

JIANG, BING y
CAMPERO, RICHARD, JOHN

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 770 434 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

Pequeña antena de cuadro de banda ancha para aplicaciones de campo cercano

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a estructuras de antena y en particular a un método y sistema para producir un campo cercano de banda ancha a partir de una antena de cuadro de banda ancha.

10 Antecedentes de la invención

- Sistemas de identificación por frecuencia de radio (RFID) pueden usarse para un número de aplicaciones, tal como gestión de inventario, control de acceso electrónico, sistemas de seguridad, identificación automática de coches en carreteras de peajes y vigilancia electrónica de artículos (EAS). Sistemas de RFID de frecuencia ultra alta (UHF) (860 - 960 megahercios (MHz)) o microondas (2,45 gigahercios (GHz)) pueden incluir un lector de RFID y un dispositivo de RFID. El lector de RFID puede transmitir una señal de portadora de frecuencia de radio a través de una antena al dispositivo de RFID, tal como una inserción de RFID o etiqueta de RFID. El dispositivo de RFID puede responder a la señal de portadora con una señal de datos codificados con información almacenada por el dispositivo de RFID. La antena conectada con el lector debería sintonizarse para operar dentro de una banda de frecuencia operativa predeterminada, normalmente frecuencia de banda ancha preferida que cubre la banda de frecuencia operativa, tal como 860 - 960 MHz. Antenas de RFID conocidas se diseñan para operar en una subbanda de esta frecuencia en el campo lejano de la antena. Sin embargo, muchas aplicaciones implican leer una etiqueta de RFID en el campo cercano de la antena del lector.
- El documento EP 2 048 739 A1 divulga un dispositivo de antena que comprende: un electrodo de radiación que tiene una porción de extremo proximal a través de la que se alimenta capacitivamente potencia y una porción de extremo distal conectada a tierra; y una pluralidad de electrodos de radiación adicionales, ramificándose cada electrodo de radiación adicional desde el electrodo de radiación a través de un elemento de conmutación y que tiene una porción de extremo distal conectada a tierra, en el que la porción de extremo proximal del electrodo de radiación está provista de una porción de condensador que incluye porciones de electrodo opuestas y que es una porción en la que se obtiene una tensión máxima cuando se alimenta potencia, y un elemento de capacitancia variable se conecta a la porción de condensador y se conecta a tierra, y en el que se proporciona un circuito de reactancia en cada uno de los electrodos de radiación adicionales.
- Por lo tanto, es deseable tener una antena que opera sustancialmente a lo largo de todas las porciones significativas de una banda de frecuencia ancha en el campo cercano de la antena para aplicaciones de seguridad de RFID así como otras aplicaciones de RFID.

40 Sumario de la invención

- La presente invención ventajosamente proporciona un método y sistema para proporcionar funcionamiento de banda dual en el campo cercano de una antena de banda ancha. De acuerdo con un aspecto, la invención proporciona una antena de banda ancha de acuerdo con la reivindicación 1.
- De acuerdo con otro aspecto, la invención proporciona un método para producir un campo cercano electromagnético usando una antena de acuerdo con la reivindicación 12.

Breve descripción de los dibujos

- Un entendimiento más completo de la presente invención, y las consiguientes ventajas y características de la misma, se entenderá más fácilmente mediante la referencia a la siguiente descripción detallada cuando se considera en conjunción con los dibujos adjuntos en los que:
- La Figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema de identificación por frecuencia de radio (RFID) ilustrativo construido de acuerdo con principios de la presente invención;
- La Figura 2 es un diagrama de circuito equivalente de una antena de cuadro de banda ancha ilustrativa construida de acuerdo con principios de la presente invención;
- La Figura 3 es una vista lateral de una antena de cuadro de banda ancha ilustrativa construida de acuerdo con principios de la presente invención;
- La Figura 4 es una vista superior de la capa conductora de la antena de cuadro de banda ancha de la Figura 3;
- La Figura 5 es una vista superior de la capa intermedia de la antena de cuadro de banda ancha de la Figura 3;

La Figura 6 es una vista lateral de una realización ilustrativa alternativa de una antena de cuadro de banda ancha construida de acuerdo con principios de la presente invención;

La Figura 7 es una vista superior de la capa conductora de la antena de cuadro de banda ancha de la Figura 6;

La Figura 8 es una vista superior de la capa intermedia de la antena de cuadro de banda ancha de la Figura 6; y

La Figura 9 es un gráfico de una respuesta de frecuencias de una antena de cuadro de banda ancha ilustrativa construida de acuerdo con principios de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

Antes de describir en detalle realizaciones ilustrativas que están de acuerdo con la presente invención, se observa que las realizaciones residen esencialmente en combinaciones de componentes de aparato y etapas de procesamiento relacionadas con la implementación de un sistema y método para proporcionar una pequeña antena de banda ancha. Por consiguiente, los componentes de sistema y método se han representado dónde sea apropiado mediante símbolos convencionales en los dibujos, mostrando únicamente aquellos detalles específicos que son pertinentes para el entendimiento de las realizaciones de la presente invención para no obstaculizar la divulgación con detalles que serán fácilmente evidentes para los expertos en la materia teniendo el beneficio de la descripción en este documento.

Como se usa en este documento, términos relacionales, tal como "primero" y "segundo", "superior" y "inferior", y similares, pueden usarse solamente para distinguir entre una entidad o elemento de otra entidad o elemento sin requerir necesariamente o implicar ninguna relación física o lógica u orden entre tales entidades o elementos.

La presente invención proporciona una pequeña antena de cuadro de banda ancha que puede incluir un sustrato de placa de circuito impreso (PCB) con múltiples capas. Se imprimen en el sustrato de PCB bucles que comparten el mismo circuito de mando, una red de adaptación de impedancia, una capa de tierra primaria y una capa conductora. Una vía de cortocircuito conecta los bucles duales a un plano de tierra. La antena puede sintonizarse a una frecuencia operativa deseada ajustando parámetros del bucle, tal como la posición de la vía de cortocircuito. En una realización, la antena de cuadro puede sintonizarse para operar dentro de un ancho de banda de frecuencia operativa de RFID desde aproximadamente 865 MHz hasta aproximadamente 956 MHz, que incluye la banda de 868 MHz usada en Europa, la banda de 915 MHz especificada por la agencia Industrial, Científica y Médica (ISM) como se usa en los Estados Unidos y la banda 953 MHz propuesta para su uso en Japón. También, la antena de cuadro de banda ancha puede ser útil para microondas de aproximadamente 2,45 GHz. Haciendo referencia ahora en detalle a los dibujos en los que partes similares se designan por números de referencia similares a lo largo de los mismos, se ilustra en la Figura 1 un sistema de RFID construido de acuerdo con principios de la presente invención, y designado generalmente como "100". La Figura 1 muestra un sistema de RFID 100 configurado para operar usando un dispositivo de RFID 106 que tiene una frecuencia operacional, tal como sin limitación la banda de 868 MHz, la banda de 915 MHz, la banda de 953 MHz, la banda de 2,45 GHz y/u otras porciones del espectro de RF según se desea para una implementación dada.

Como se muestra en la Figura 1, el sistema de RFID 100 puede incluir un lector de RFID 102 y un dispositivo de RFID 106. El dispositivo de RFID 106 puede incluir una fuente de alimentación 114, que puede ser por ejemplo o bien una batería o bien un circuito rectificador que convierte alguna de la onda electromagnética de RF 112 acoplada en potencia de corriente directa para su uso por los circuitos lógicos del IC semiconductor usado para implementar las operaciones de RFID para el dispositivo de RFID 106.

En una realización, el dispositivo de RFID 106 puede incluir una etiqueta de RFID. Una etiqueta de RFID puede incluir memoria para almacenar información de RFID, y puede comunicar la información almacenada en respuesta a una señal de interrogación, tal como las señales de interrogación 112. La información de RFID puede incluir cualquier tipo de información capaz de almacenarse en una memoria usada por un dispositivo de RFID 106. Ejemplos de información de RFID pueden incluir un identificador de etiqueta único, un identificador de sistema único, un identificador para el objeto supervisado y así sucesivamente. Los tipos y cantidad de información de RFID no se limitan en este contexto.

En una realización, el dispositivo de RFID 106 puede tener una etiqueta de seguridad de RFID pasiva. Una etiqueta de seguridad de RFID pasiva no usa una fuente de alimentación externa, sino que usa las señales de interrogación 112 como una fuente de alimentación. El dispositivo de RFID 106 puede activarse por una tensión de corriente directa que se desarrolla como resultado de rectificación de una señal de portadora de RF entrante que comprende las señales de interrogación 112. Una vez que el dispositivo de RFID 106 se activa, a continuación puede transmitir la información almacenada en su registro de memoria a través de señal de respuestas.

En operación, cuando la antena 108 del dispositivo de RFID 106 está en proximidad de la antena 104 de lector de RFID, se desarrolla una tensión de CA a través de la antena 108. La tensión de CA a través de la antena 108 se rectifica. Cuando la potencia rectificada es suficiente para activar el dispositivo de RFID 106, el dispositivo de RFID 106 puede comenzar a enviar datos almacenados en su registro de memoria modulando las señales de interrogación

112 del lector de RFID 102 para formar señales de respuesta. El lector de RFID 102 puede recibir señales de respuesta y convertir las mismas en un flujo de bits de palabra de datos en serie detectado representativo de la información del dispositivo de RFID 106.

La Figura 2 es un diagrama de circuito equivalente de una antena de cuadro de banda ancha ilustrativa construida de acuerdo con principios de la presente invención. Como se muestra en la Figura 2, la antena 104 puede incluir una porción de bucle 250, una red de adaptación 209 y dos componentes de adaptación de elementos de constantes localizadas pasivos 230 y 240. Ambos o cualquiera de los elementos de constantes localizadas pasivos 230 y 240 puede ser un inductor, un condensador o una pieza de rastro. Aunque la Figura 2 ilustra un número limitado de elementos, puede apreciarse que pueden usarse más o menos elementos para la antena 104. Por ejemplo, pueden usarse dos condensadores derivados o conectados en serie para formar un único condensador con un valor específico.

La red de adaptación 209 se usa para sintonizar la antena de cuadro 104 a la banda de frecuencia de trabajo deseada. La red de adaptación 209 puede ser, sin limitación, un condensador concentrado, un inductor concentrado, una red de adaptación L, una red de adaptación T, una red de adaptación Pi, un inductor pasivo distribuido, un condensador pasivo distribuido o una combinación de estos componentes de adaptación.

En la realización de la Figura 2, la porción de bucle 250 tiene dos bucles. Un primer bucle incluye los siguientes puertos: 202, 203, 206 y 207. Un segundo bucle incluye los siguientes puertos: 202, 203, 204, 205, 206 y 207. Por lo tanto, ambos bucles comparten los mismos puertos 202, 203, 206 y 207.

La Figura 3 es una vista lateral de una antena de cuadro de banda ancha construida de acuerdo con principios de la presente invención. Como se observa en la Figura 3, la porción de bucle 250 puede incluir una capa conductora 330, una capa de tierra primaria 335, un primer sustrato 310, un segundo sustrato 320 y dos componentes de adaptación de impedancia de constantes localizadas 230 y 240 y una vía de cortocircuito 360.

Los sustratos 310 y 320 incluyen materiales dieléctricos adecuados y pueden ser el mismo o diferentes materiales. Aunque el apilamiento en la Figura 3 muestra dos capas de material dieléctrico, pueden añadirse más capas según se desee. El material particular implementado para los sustratos 310 y 320 puede impactar en el rendimiento de RF de la porción de bucle 250. Más particularmente, la constante dieléctrica y la tangente de pérdida pueden caracterizar las prioridades dieléctricas de material o materiales de sustrato apropiados para su uso como un sustrato. En una realización, por ejemplo, los sustratos 310 y 320 pueden implementarse usando FR4. FR4 puede tener una constante dieléctrica de aproximadamente 4,4 - 4,6, y una tangente de pérdida de aproximadamente 0,015 - 0,02 a 900 MHz. Pueden usarse otros materiales que exhiben otra constante dieléctrica y tangente de pérdida.

En la Figura 3, el primer bucle de la Figura 2 incluye el elemento de constantes localizadas 230 y se termina en la vía de cortocircuito 360. El segundo bucle de la Figura 2 incluye el elemento de constantes localizadas 240 y también se termina en la vía de cortocircuito 360. La Figura 4 es una vista superior de la capa superior de la antena de cuadro de banda ancha de la Figura 3. La Figura 5 es una vista superior de la capa intermedia de la antena de cuadro de banda ancha de la Figura 3. Como puede observarse comparando las Figuras 4 y 5, el elemento de constantes localizadas 230 se conecta a los puertos 203 y 206 mediante las vías 214 y 216, y el elemento de constantes localizadas 240 se conecta a los puertos 204 y 205 mediante las vías 213 y 215. Los elementos de constantes localizadas 230 y 240 se conectan a la red de adaptación 209 mediante una tira conductora y se conectan a la vía de cortocircuito 360 mediante una tira conductora.

Obsérvese que aunque los bucles formados por las tiras conductoras 216 y 218, las vías 213, 214, 215 y 216, y elementos de constantes localizadas 230 y 240 tienen forma básicamente rectangular, pueden implementarse otras formas, tal como circular, triangular, rectangular con esquinas redondeadas, formas irregulares o combinaciones de las mismas. También pueden formarse bucles por elementos que se encuentran en más de uno o dos planos.

El primer y segundo bucles pueden sintonizarse de forma separada, aunque comparten la misma red de adaptación 209. Por ejemplo, el primer bucle puede sintonizarse ajustando el elemento de constantes localizadas 230 y el segundo bucle puede sintonizarse ajustando el elemento de constantes localizadas 240. Ambos bucles pueden sintonizarse simultáneamente ajustando la posición de la vía de cortocircuito 360, ajustando el grosor de los sustratos 310 y 320, y/o la forma de la capa conductora 330.

Por ejemplo, moviendo la vía de cortocircuito 360 adicionalmente hacia dentro desde el borde de la capa conductora 330 pueden desplazarse las frecuencias resonantes de los bucles a un valor mayor. Cuando se determina la frecuencia resonante del primer bucle, la red de adaptación 209 puede sintonizarse para distribuir buen rendimiento para bandas de frecuencia distintivas de cada bucle. Por ejemplo, el primer bucle puede sintonizarse para ser resonante en una banda de frecuencia baja de aproximadamente 860-910 MHz, y el segundo bucle puede sintonizarse para ser resonante en una banda de frecuencia alta de aproximadamente 920-960 MHz.

En un circuito Q alto tal como el mostrado en la Figura 2, la impedancia reactiva cambia mucho más rápido que una función de frecuencia la parte real de la impedancia. Es decir, la impedancia reactiva tiene un gradiente mayor que la impedancia real. Incorporando la vía de cortocircuito 360 (que puede funcionar como un inductor) y la capa conductora

330 (que puede funcionar como un condensador), estos componentes actuando juntos pueden funcionar como un condensador o un inductor, dependiendo de la frecuencia operacional. Mediante el diseño apropiado, la vía de cortocircuito 360 y la capa conductora 330 pueden ser los componentes dominantes que afectan a la respuesta de frecuencia del circuito, y pueden suprimir en gran medida el cambio en impedancia reactiva del circuito. Como resultado, el primer y segundo bucles pueden sintonizarse a primera y segunda frecuencias, respectivamente. Cualquier bucle puede sintonizarse a la banda de frecuencia baja mientras el otro bucle se sintoniza a la banda de frecuencia alta.

La Figura 6 es una vista lateral de una realización alternativa de una antena de cuadro de banda ancha construida de acuerdo con principios de la presente invención. La Figura 7 es una vista superior de la capa superior de la antena de cuadro de banda ancha de la Figura 6. La Figura 8 es una vista superior de la capa intermedia de la antena de cuadro de banda ancha de la Figura 6. Comparando la realización de las Figuras 3-5, la realización de las Figuras 6-8, el elemento de constantes localizadas 230 de las Figuras 3-5 se sustituye por una traza conductora corta 224. Los puertos 203 y 206 se definen en las vías 214 y 216 que están más cerca de la capa conductora 330. Haciendo referencia a la Figura 8, los puertos 203 y 206 conectan las trazas conductoras 218 y 220. Por lo tanto, los dos bucles - incluyendo el primer bucle la traza 224 (mostrado en la Figura 7) e incluyendo el segundo bucle el elemento de constantes localizadas 240 (mostrado en la Figura 7) - se conectan física y eléctricamente en los puertos 203 y 206.

En algunas realizaciones, la capa conductora 330 tiene una forma diferente que el plano de tierra primario 335. Por ejemplo, la Figura 7 muestra que la capa conductora 330 tiene dos adaptadores 222a y 222b que se extienden sobre parte de los dos bucles. Estos adaptadores pueden proporcionar acoplamiento adicional entre la capa conductora 330 y la porción de bucle 250. Por lo tanto, una forma adicional para sintonizar los dos bucles incluye ajustar la longitud y anchura de los adaptadores 222a y 222b. Pueden incluirse otras variaciones de la capa conductora 330 para sintonizar.

En una realización, la capa de tierra primaria 335 tiene una forma rectangular de aproximadamente 4 cm x aproximadamente 2 cm (1,6 pulgadas x 0,8 pulgadas), y la capa conductora 330 tiene las mismas dimensiones. El primer bucle es un bucle de forma rectangular de aproximadamente 0,5 cm x aproximadamente 1 cm (0,2 pulgadas x 0,4 pulgadas), mientras el otro bucle es un bucle de forma rectangular de aproximadamente 0,5 cm x aproximadamente 0,99 cm (0,2 pulgadas x 0,39 pulgadas). La vía de cortocircuito 360 tiene un diámetro de aproximadamente 0,07 cm (0,03 pulgadas) y se sitúa aproximadamente 0,3 cm (0,12 pulgadas) dentro de un borde de la capa conductora 330. En esta realización particular, el diseño es una PCB de 4 capas apilada de material ISOLA370. Cada uno de los sustratos tiene un grosor de aproximadamente 0,07 cm (0,03 pulgadas). El elemento de constantes localizadas pasivo 240 se implementa como un condensador de 5,6 picrofaradios (pF). La red de adaptación se realiza por un condensador de 1 pF derivado y un único inductor de 22 milihenrios (mH) en serie.

La Figura 9 muestra el rendimiento de lectura de una realización ilustrativa de una pequeña antena de cuadro de banda ancha, tal como se describe anteriormente, cuando una etiqueta de RFID se sitúa 1 centímetro (cm) por encima del plano superior de la porción de bucle 250. Como se muestra en la Figura 9, la antena tiene dos bandas de frecuencia resonantes adyacentes en la banda entre 865-956 MHz.

En una realización, la porción de bucle 250 puede encerrarse en un alojamiento. El alojamiento puede ser un material aplicado al bucle para soporte y protección. El material de alojamiento puede impactar en el rendimiento de frecuencia de radio (RF) de la porción de bucle 250. Por ejemplo, el material de alojamiento puede incluir una base de metal u otro metal. Un alojamiento metálico puede mantener una distancia de la porción de bucle 250 para disminuir el impacto del alojamiento en el rendimiento de la antena de cuadro.

La expresión "campo cercano" puede referirse a la distancia de operación de comunicación entre el lector de RFID 102 y el dispositivo de RFID 106 como que es distancia corta, normalmente menor que una longitud de onda de la frecuencia de operación más alta de la antena. Un ejemplo de un alcance de lectura de campo cercano es aproximadamente de 15 cm a aproximadamente 27 dBm de potencia, con una distancia preferida de aproximadamente 5 cm.

Algunas realizaciones pueden describirse usando la expresión "acoplado" y "conectado" junto con sus derivadas. Debería entenderse que estos términos no se conciben como sinónimos entre sí. Por ejemplo, algunas realizaciones pueden describirse usando el término "conectado" para indicar que dos o más elementos están en contacto físico o eléctrico directo entre sí. En otro ejemplo, algunas realizaciones pueden describirse usando el término "acoplado" para indicar que dos o más elementos no están en contacto directo entre sí, pero aun así cooperan o interactúan entre sí. Las realizaciones no se limitan en este contexto.

Mientras ciertas realizaciones de la divulgación se han descrito en este documento, no se concibe que la divulgación se limite a las mismas, como se concibe que la divulgación sea tan amplia en alcance como permita la técnica y que la memoria descriptiva se lea del mismo modo. Por lo tanto, la anterior descripción no debería interpretarse como limitante, sino meramente como ejemplificaciones de realizaciones particulares. Los expertos en la materia concebirán otras modificaciones dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas a las mismas.

REIVINDICACIONES

1. Una antena de banda ancha (104), que comprende:

- 5 una red de adaptación (209);
una capa conductora (330) dispuesta en un primer sustrato (310);
una capa de tierra (335) dispuesta en un segundo sustrato (320);
una vía de cortocircuito (360), conectando la vía de cortocircuito (360) la capa conductora (330) a la capa de tierra (335) a través del primer y el segundo sustrato (310, 320); un primer bucle, teniendo el primer bucle un primer puerto (203) y un segundo puerto (206), el primer bucle conectado al primer puerto (203) a la red de adaptación (209) y conectado al segundo puerto (206) a la vía de cortocircuito (360), incluyendo el primer bucle un primer elemento de circuito, el primer bucle siendo ajustable ajustando al menos uno del primer elemento de circuito, una forma del primer bucle, una forma de la capa conductora (330), la red de adaptación (209) y una posición de la vía de cortocircuito (360); y
- 10 un segundo bucle, que tiene un tercer puerto (204) y un cuarto puerto (205), el segundo bucle conectado al tercer puerto (204) a la red de adaptación (209) y conectado al cuarto puerto (205) a la vía de cortocircuito (360), incluyendo el segundo bucle un segundo elemento de circuito, el segundo bucle siendo ajustable ajustando al menos uno del segundo elemento de circuito, una forma del segundo bucle, una forma de la capa conductora (330), la red de adaptación (209) y la posición de la vía de cortocircuito (360).

2. La antena de la reivindicación 1, en la que el primer bucle y el segundo bucle se encuentran en un mismo plano, el primer puerto (203) y el tercer puerto (204) comparten un primer conductor común, y el segundo puerto (206) y el cuarto puerto (205) comparten un segundo conductor común.

3. La antena de la reivindicación 1, en la que el primer bucle es paralelo a la capa conductora (330).

4. La antena de la reivindicación 1, en la que el primer bucle y el segundo bucle se encuentran en dos planos diferentes, estando situado al menos uno de los dos planos entre la capa conductora (330) y la capa de tierra (335).

5. La antena de la reivindicación 1, en la que al menos una porción del primer bucle y el segundo bucle están separados por una capa de aislamiento.

6. La antena de la reivindicación 1, en la que el segundo elemento de circuito incluye un elemento de circuito pasivo de constantes localizadas (240), siendo el segundo bucle ajustable ajustando el elemento de circuito pasivo de constantes localizadas.

7. La antena de la reivindicación 1, en la que el primer elemento de circuito es un elemento de circuito pasivo de constantes localizadas (230).

8. La antena de la reivindicación 1, en la que el primer elemento de circuito es una tira conductora (216, 218).

9. La antena de la reivindicación 1, en la que el primer bucle es ajustable ajustando la red de adaptación (209) y el segundo bucle es ajustable ajustando la posición de la vía de cortocircuito (360).

10. La antena de la reivindicación 1, en la que el primer bucle es rectangular, teniendo dimensiones sustancialmente iguales a 5 mm por 10 mm.

11. La antena de la reivindicación 1, en la que la vía de cortocircuito (360) está situada sustancialmente 3 mm de un borde de la capa conductora (330).

12. Un método para producir un campo cercano electromagnético usando una antena (104), de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el método:

- 55 sintonizar la antena (104) para provocar que el primer bucle radie con ganancia sustancial en un campo cercano a través de una primera banda de frecuencia entre una primera frecuencia y una segunda frecuencia; y
sintonizar la antena (104) para provocar que el segundo bucle radie con ganancia sustancial en el campo cercano a través de una segunda banda de frecuencia entre la segunda frecuencia y una tercera frecuencia.

13. El método de la reivindicación 12, en el que sintonizar la antena (104) para provocar que el primer bucle radie en el campo cercano a través de la primera banda de frecuencia incluye ajustar al menos uno de una forma del primer bucle, un elemento de circuito pasivo de constantes localizadas (230, 240) y una posición de la vía de cortocircuito (360).

14. El método de la reivindicación 13, en el que sintonizar la antena (104) para provocar que el segundo bucle radie en el campo cercano a través de la segunda banda de frecuencia incluye ajustar al menos uno de una forma del

segundo bucle, un elemento de circuito pasivo de constantes localizadas (230, 240) y una posición de la vía de cortocircuito (360).

- 5 15. El método de la reivindicación 12, en el que sintonizar la antena (104) para provocar que el primer bucle radie en el campo cercano a través de la primera banda de frecuencia incluye ajustar una geometría de la antena (104) para provocar que el primer bucle radie a través de un ancho de banda de 3 dB que es sustancialmente mayor de 20 megahercios (MHz).
- 10 16. El método de la reivindicación 15, en el que sintonizar la antena (104) para provocar que el segundo bucle radie en el campo cercano a través de la segunda banda de frecuencia incluye ajustar una geometría de la antena (104) para provocar que el segundo bucle radie a través de un ancho de banda de 3 dB que es sustancialmente mayor de 10 MHz.

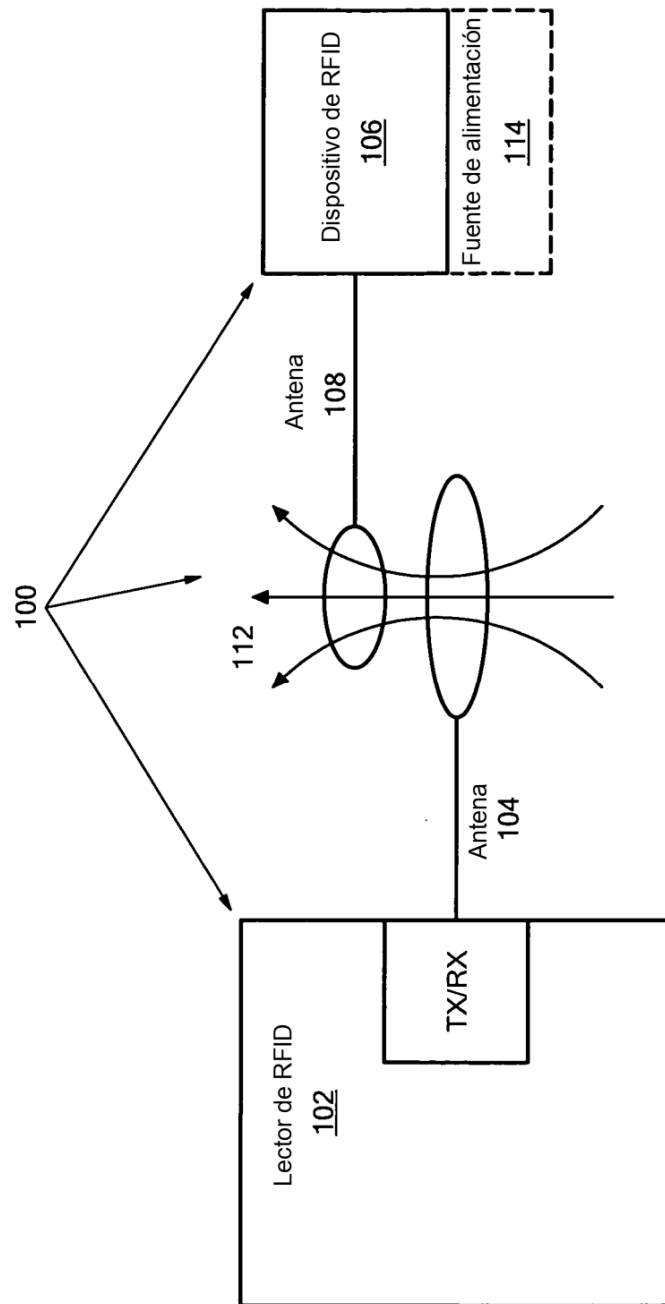


FIG. 1

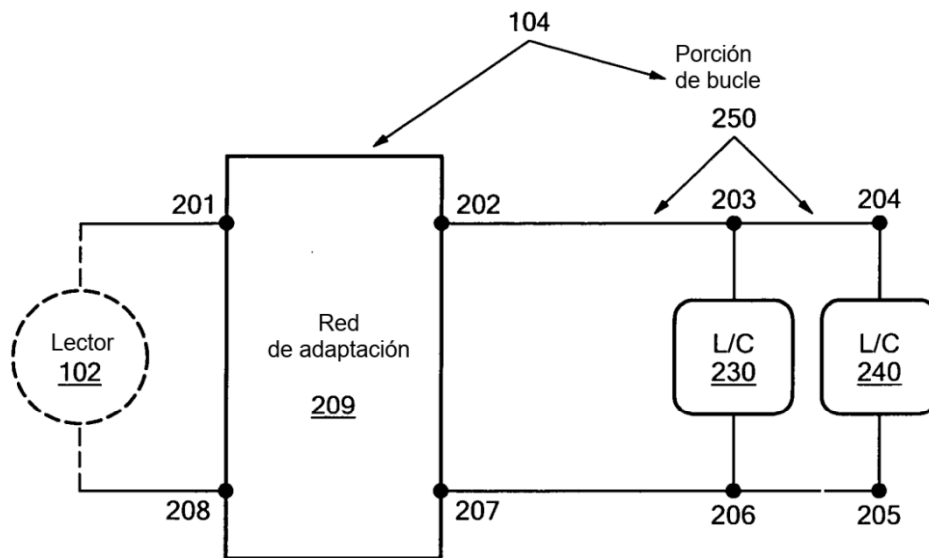


FIG. 2

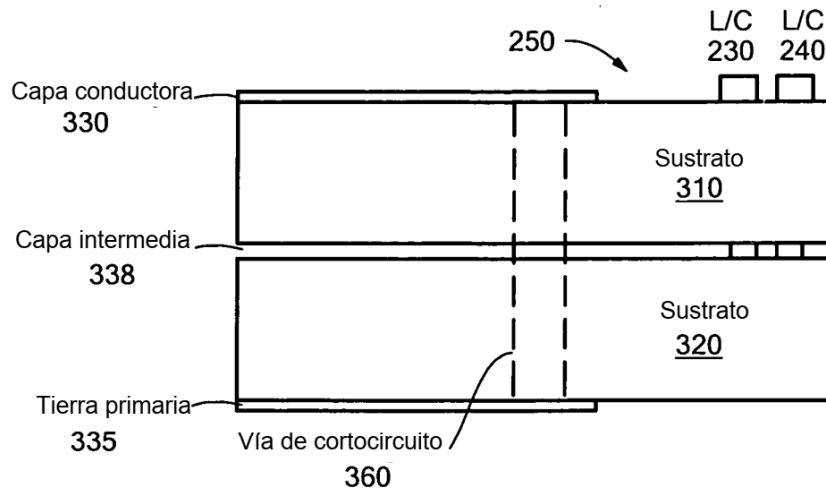


FIG. 3

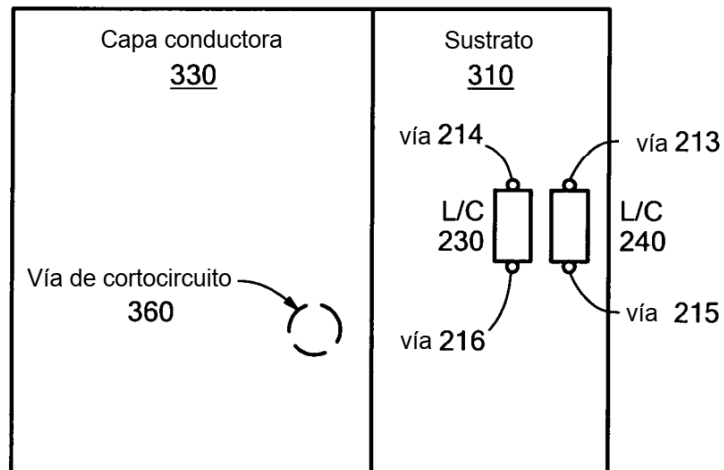


FIG. 4

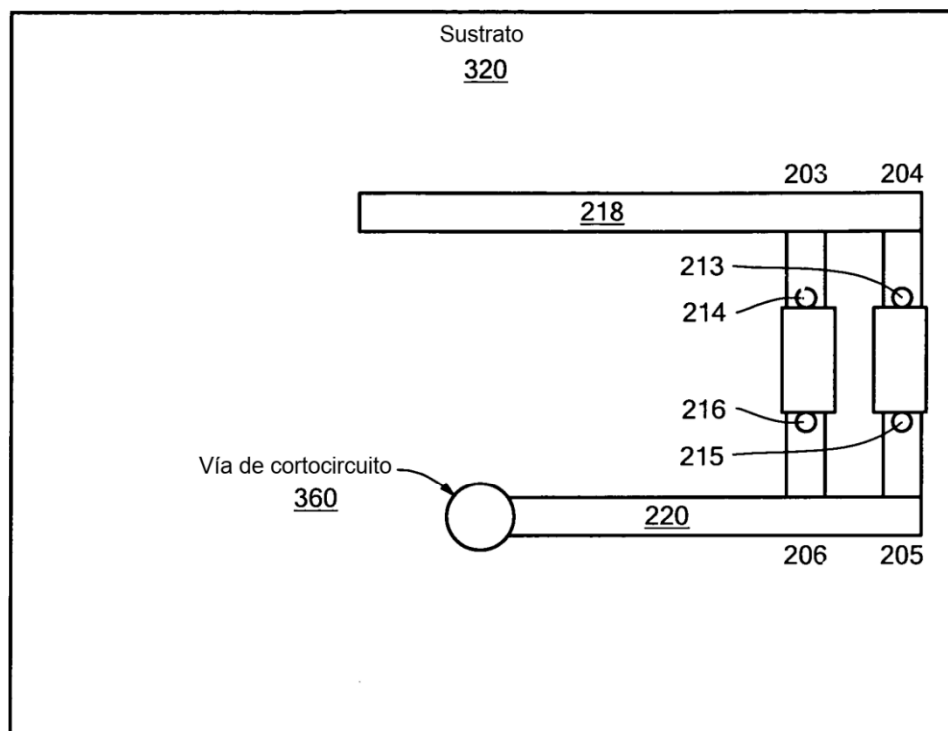


FIG. 5

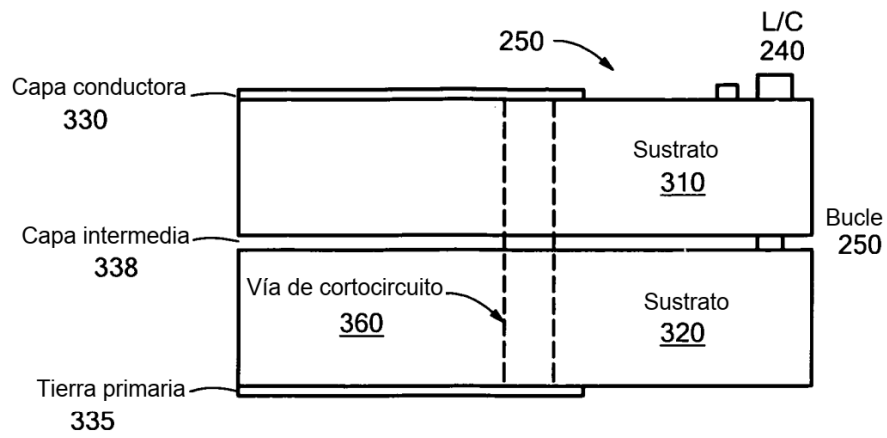


FIG. 6

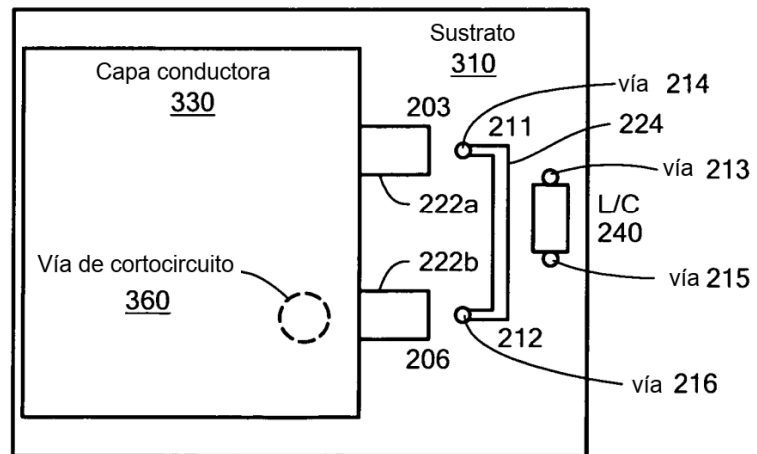


FIG. 7

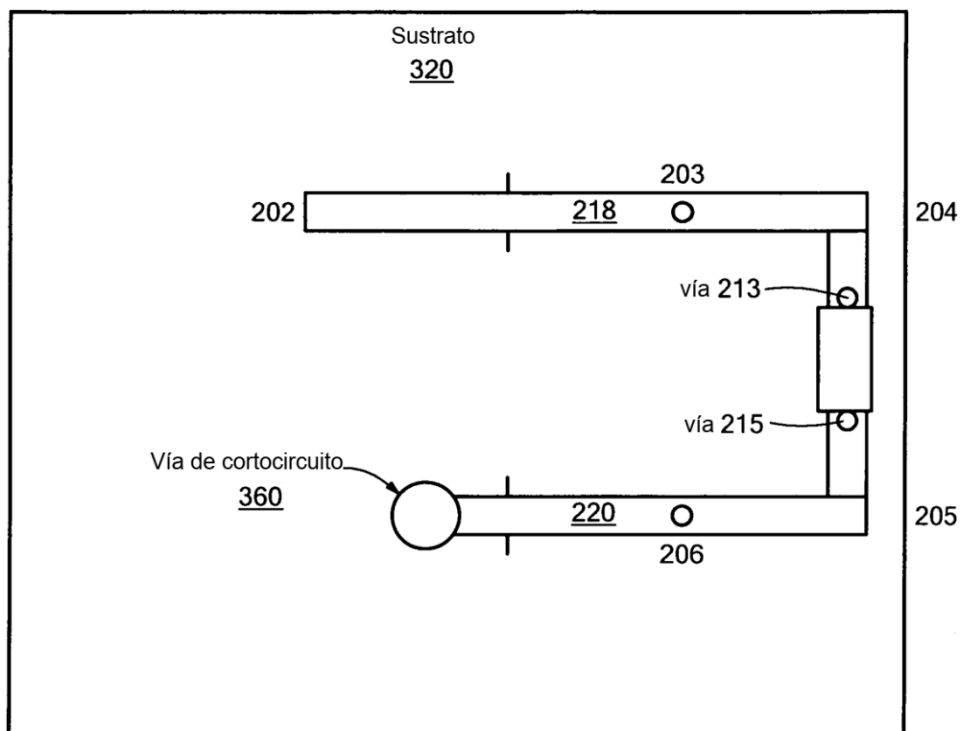


FIG. 8

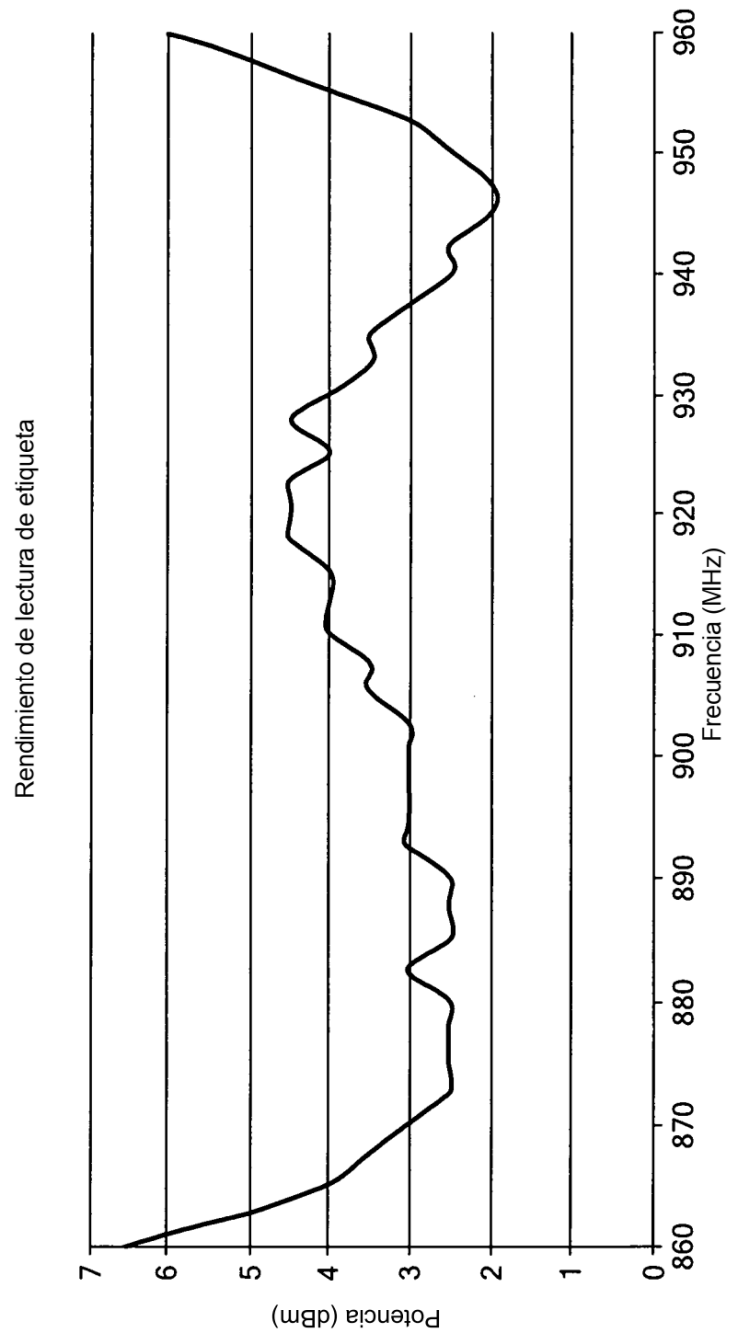


FIG. 9