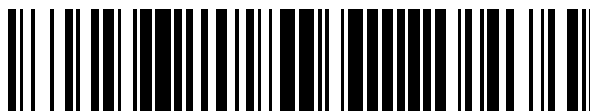


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 682 977**

51 Int. Cl.:

G01R 33/02 (2006.01)

H02J 7/02 (2006.01)

G01R 29/08 (2006.01)

G01R 29/10 (2006.01)

H04B 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.10.2015 PCT/US2015/054502**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.04.2016 WO16057674**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.10.2015 E 15788247 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.05.2018 EP 3204780**

54 Título: **Procedimientos y aparatos para probar transmisores y sistemas inalámbricos de energía**

30 Prioridad:

08.10.2014 US 201462061356 P

06.10.2015 US 201514876719

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

24.09.2018

73 Titular/es:

QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)

5775 Morehouse Drive

San Diego, CA 92121-1714, US

72 Inventor/es:

VON NOVAK, WILLIAM HENRY III y

CHI, MEI-LI

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 682 977 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

Procedimientos y aparatos para probar transmisores y sistemas inalámbricos de energía

5 CAMPO

[1] La presente divulgación se refiere en general a la transferencia de energía inalámbrica y, más específicamente, a procedimientos y aparatos para probar transmisores y sistemas inalámbricos de energía.

10 ANTECEDENTES

[2] En aplicaciones inalámbricas de energía, los sistemas inalámbricos de carga de energía pueden proporcionar la capacidad de cargar y / o alimentar dispositivos electrónicos sin conexiones físicas y eléctricas, reduciendo así la cantidad de componentes necesarios para el funcionamiento de los dispositivos electrónicos y simplificando el uso del dispositivo electrónico. Dichos sistemas inalámbricos de carga de energía pueden comprender un transmisor inalámbrico de energía y otros circuitos de transmisión configurados para generar un campo magnético que puede usarse para transferir energía de forma inalámbrica a receptores de energía inalámbricos. Existe la necesidad de procedimientos y aparatos mejorados para probar transmisores y sistemas inalámbricos de energía y su capacidad de transferir energía de forma inalámbrica a receptores de energía inalámbricos. El documento US 2014/091634 divulga un procedimiento para determinar las características de transmisión de un transmisor de energía inalámbrico.

SUMARIO

[3] Diversas implementaciones de procedimientos y dispositivos dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas tienen, cada una, varios aspectos, ninguno de los cuales es responsable únicamente de los atributos deseables descritos en el presente documento. Algunas características destacadas se describen en el presente documento, sin limitar el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

[4] Los detalles de una o más implementaciones del tema descrito en esta memoria descriptiva se exponen en los dibujos adjuntos y la descripción siguiente. Otras características, aspectos y ventajas resultarán evidentes a partir de la descripción, los dibujos y las reivindicaciones. Obsérvese que las dimensiones relativas de las figuras siguientes pueden no estar trazadas a escala.

Un aspecto de la invención incluye un procedimiento para probar un transmisor de energía inalámbrico. El procedimiento comprende generar un campo magnético a través de una antena transmisora. El procedimiento comprende además identificar un primer nivel de uniformidad del campo magnético basándose en una comparación de una pluralidad de mediciones del campo magnético en una pluralidad de ubicaciones en una superficie de carga del transmisor de energía inalámbrico. El procedimiento también comprende comparar la pluralidad de mediciones del campo magnético con un rango predeterminado de valores para la pluralidad de ubicaciones en la superficie de carga del transmisor de energía inalámbrico, donde se determina que el campo magnético es uniforme si la pluralidad de mediciones del campo magnético está dentro del rango predeterminado de valores para una mayoría de la pluralidad de ubicaciones en la superficie de carga.

[5] Otro aspecto de la invención incluye otro procedimiento para probar un transmisor de energía inalámbrico. El otro procedimiento comprende generar un campo magnético a través de una antena transmisora. El otro procedimiento también comprende medir una pluralidad de valores indicativos de una magnitud del campo magnético en una pluralidad de ubicaciones de una superficie de carga del transmisor de energía inalámbrico. El otro procedimiento comprende además determinar que la pluralidad de valores indicativos de la magnitud del campo magnético está dentro de un rango predeterminado de valores en la pluralidad de ubicaciones.

[6] Otro aspecto de la invención incluye un sistema para probar un transmisor de energía inalámbrico. El sistema comprende un dispositivo de medición configurado para medir una pluralidad de valores indicativos de una magnitud de un campo magnético generado por una antena de transmisión del transmisor de energía inalámbrico en una pluralidad de ubicaciones de una superficie de carga del transmisor de energía inalámbrico. El sistema comprende además un procesador configurado para determinar que la pluralidad de valores indicativos de la magnitud del campo magnético está dentro de un rango predeterminado de valores en la pluralidad de ubicaciones.

[7] Otro aspecto de la invención incluye otro sistema para probar un transmisor de energía inalámbrico. El otro sistema comprende medios para medir una pluralidad de valores indicativos de una magnitud de un campo magnético generado por una antena transmisora del transmisor de energía inalámbrico en una pluralidad de ubicaciones de una superficie de carga del transmisor de energía inalámbrico. El otro sistema comprende además medios para determinar que la pluralidad de valores indicativos de la magnitud del campo magnético está dentro de un rango predeterminado de valores en la pluralidad de ubicaciones.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[8]

La figura 1 es un diagrama de bloques funcionales de un sistema inalámbrico de transferencia de energía, de acuerdo a una implementación ejemplar.

La figura 2 es un diagrama de bloques funcionales de un sistema inalámbrico de transferencia de energía, de acuerdo a otra implementación ejemplar.

La figura 3 es un diagrama esquemático de una parte de los circuitos de transmisión o circuitos de recepción de la figura 2, que incluye una antena de transmisión o recepción, de acuerdo a implementaciones ejemplares.

La figura 4 es un diagrama de bloques funcionales simplificado de un transmisor que puede usarse en un sistema de transferencia de energía inductiva, de acuerdo a implementaciones ejemplares de la invención.

La figura 5 es un diagrama de bloques funcional simplificado de un receptor que puede usarse en el sistema de transferencia de energía inductiva, de acuerdo a implementaciones ejemplares de la invención.

La figura 6 ilustra una vista en perspectiva de un transmisor de energía inalámbrico que tiene un recinto configurado para la colocación de receptores de energía inalámbricos, de acuerdo a diversas implementaciones ejemplares de la presente invención.

La figura 7A es un diagrama que ilustra una vista inferior de una herramienta de pruebas de campo (FTT) para pruebas de campo magnético de un transmisor de energía inalámbrico, de acuerdo a una implementación ejemplar.

La figura 7B es un diagrama que ilustra una vista superior de una implementación de una herramienta de pruebas de reactancia (RTT) para pruebas de campo magnético de un transmisor de energía inalámbrico, de acuerdo a otra implementación ejemplar.

La figura 8 es un diagrama que ilustra una vista lateral de la herramienta de pruebas de campo, dispuesta sobre un transmisor de energía inalámbrico, de acuerdo a una implementación ejemplar.

La figura 9A es un diagrama de un campo magnético descargado, según lo generado por el transmisor de energía inalámbrico, de acuerdo a una implementación ejemplar.

La figura 9B es un diagrama de un campo magnético cargado que es esencialmente similar al campo magnético descargado de la figura 9A, según lo generado mediante el transmisor de energía inalámbrico, de acuerdo a una implementación ejemplar.

La figura 9C es un diagrama de un campo magnético descargado según lo generado por el transmisor de energía inalámbrico, de acuerdo a una implementación ejemplar.

La figura 9D es un diagrama de un campo magnético cargado que es esencialmente diferente al campo magnético descargado de la figura 9C según lo generado por el transmisor de energía inalámbrico, de acuerdo a una implementación ejemplar.

La figura 10 es un diagrama de flujo de un procedimiento ejemplar para probar un transmisor de energía inalámbrico, de acuerdo a una implementación ejemplar.

La figura 11 es un diagrama de bloques funcionales de un aparato para probar el transmisor de energía inalámbrico, de acuerdo a una implementación ejemplar.

La figura 12 es un diagrama de flujo de un procedimiento ejemplar que implementa una prueba operativa de un transmisor de energía inalámbrico, de acuerdo a una implementación ejemplar.

La figura 13 es un diagrama de flujo de un procedimiento ejemplar que implementa una prueba de diseño de un transmisor de energía inalámbrico, de acuerdo a una implementación ejemplar.

[9] Las diversas características ilustradas en los dibujos pueden no estar trazadas a escala. Por consiguiente, las dimensiones de las diversas características se pueden ampliar o reducir de forma arbitraria para mayor claridad. Además, algunos de los dibujos pueden no representar todos los componentes de un sistema, de un procedimiento o de un dispositivo dado. Finalmente, se pueden usar números de referencia iguales para indicar características iguales a lo largo de la memoria descriptiva y las figuras.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[10] La descripción detallada que se expone a continuación en relación con los dibujos adjuntos pretende ser una descripción de implementaciones ejemplares y no pretende representar las únicas implementaciones en las que se puede poner en práctica la invención. La expresión "ejemplar" usada a lo largo de esta descripción significa "que sirve de ejemplo, caso o ilustración" y no debería interpretarse necesariamente como preferida o ventajosa con respecto a otras implementaciones ejemplares. La descripción detallada incluye detalles específicos con el objeto de proporcionar una comprensión exhaustiva de las implementaciones ejemplares. En algunos casos, algunos dispositivos se muestran en forma de diagrama de bloques.

[11] La transferencia inalámbrica de energía puede referirse a la transferencia de cualquier forma de energía asociada a campos eléctricos, campos magnéticos, campos electromagnéticos, o de otro tipo, desde un transmisor hasta un receptor sin el uso de conductores eléctricos físicos (por ejemplo, la energía se puede transmitir a través del espacio libre). La energía emitida hacia un campo inalámbrico (por ejemplo, un campo magnético) puede recibirse, capturarse mediante, o acoplarse mediante, una "bobina de recepción" con el fin de lograr la transferencia de energía.

[12] La figura 1 es un diagrama de bloques funcionales de un sistema inalámbrico de transferencia de energía 100, de acuerdo a una implementación ejemplar. Se puede proporcionar una energía de entrada 102 a un transmisor 104 desde una fuente de alimentación (no mostrada) para generar un campo inalámbrico 105 (por ejemplo, magnético o electromagnético) para realizar la transferencia de energía. Un receptor 108 puede acoplarse al campo inalámbrico 105 y generar una energía de salida 110 para su almacenamiento o consumo por parte de un dispositivo (no mostrado) acoplado a la energía de salida 110. Tanto el transmisor 104 como el receptor 108 están a una distancia 112 de separación.

[13] En una implementación ejemplar, el transmisor 104 y el receptor 108 están configurados de acuerdo a una relación de resonancia mutua. Cuando la frecuencia de resonancia del receptor 108 y la frecuencia de resonancia del transmisor 104 son esencialmente las mismas o muy próximas, las pérdidas de transmisión entre el transmisor 104 y el receptor 108 se reducen. Como tal, la transferencia inalámbrica de energía puede proporcionarse a una distancia mayor en contraste con las soluciones puramente inductivas que puedan requerir grandes bobinas de antena que estén muy próximas (por ejemplo, a veces dentro de milímetros). Las técnicas de acoplamiento inductivo resonante pueden permitir así una mejor eficacia y mejor transferencia de energía a diferentes distancias y con una variedad de configuraciones de bobinas inductivas.

[14] El receptor 108 puede recibir energía cuando el receptor 108 esté situado en el campo inalámbrico 105 producido por el transmisor 104. El campo inalámbrico 105 corresponde a una región donde la energía emitida por el transmisor 104 pueda ser capturada por el receptor 108. El campo inalámbrico 105 puede corresponder al "campo cercano" del transmisor 104, como se describirá con más detalle a continuación. El transmisor 104 puede incluir una antena de transmisión 114 (por ejemplo, una bobina) para transmitir energía al receptor 108. El receptor 108 puede incluir una antena o bobina receptora 118 para recibir o capturar la energía transmitida desde el transmisor 104. El campo cercano puede corresponder a una región en la que existen intensos campos de reactancia, resultantes de las corrientes y las cargas en la antena de transmisión 114, que irradian mínimamente energía hacia el exterior de la antena de transmisión 114. El campo cercano puede corresponder a una región que esté dentro de aproximadamente una longitud de onda (o una fracción de la misma) de la bobina transmisora 114.

[15] La figura 2 es un diagrama de bloques funcionales de un sistema inalámbrico de transferencia de energía 200, de acuerdo a otra implementación ejemplar. El sistema 200 incluye un transmisor 204 y un receptor 208. El transmisor 204 puede incluir unos circuitos de transmisión 206 que pueden incluir un oscilador 222, un circuito controlador 224 y un circuito de filtrado y adaptación 226. El oscilador 222 puede configurarse para generar una señal a una frecuencia deseada que pueda ajustarse en respuesta a una señal de control de frecuencia 223. El oscilador 222 puede proporcionar la señal del oscilador al circuito controlador 224. El circuito controlador 224 puede estar configurado para accionar la antena de transmisión 214 a, por ejemplo, una frecuencia resonante de la antena de transmisión 214, basándose en una señal de tensión de entrada (V_D) 225. El circuito controlador 224 puede ser un amplificador de conmutación configurado para recibir una onda cuadrada desde el oscilador 222 y emitir una onda sinusoidal. Por ejemplo, el circuito controlador 224 puede ser un amplificador de clase E.

[16] El filtro y el circuito de adaptación 226 pueden filtrar armónicos u otras frecuencias no deseadas y hacer coincidir la impedancia del transmisor 204 con la impedancia de la antena de transmisión 214. Como resultado de controlar la antena de transmisión 214, la antena de transmisión 214 puede generar un campo inalámbrico 205 para emitir energía de manera inalámbrica a un nivel suficiente para cargar una batería 236.

[17] El receptor 208 puede incluir unos circuitos de recepción 210 que pueden incluir un circuito de adaptación 232 y un circuito rectificador 234. El circuito de adaptación 232 puede adaptar la impedancia de los circuitos de recepción 210 a la antena receptora 218. El circuito rectificador 234 puede generar una energía de corriente continua (CC) emitida desde una entrada de energía de corriente alterna (CA) para cargar la batería 236, como se muestra en la figura 2. El receptor 208 y el transmisor 204 pueden comunicarse además en un canal de comunicación independiente 219 (por ejemplo, Bluetooth, Zigbee, celular, etc.). El receptor 208 y el transmisor 204

pueden comunicarse de manera alternativa mediante señalización en banda usando características del campo inalámbrico 205.

[18] El receptor 208 puede configurarse para determinar si una cantidad de energía transmitida por el transmisor 204 y recibida por el receptor 208 es adecuada para cargar la batería 236.

[19] La figura 3 es un diagrama esquemático de una parte de los circuitos de transmisión 206 o los circuitos de recepción 210 de la figura 2, que incluye una antena de transmisión o recepción, de acuerdo a implementaciones ejemplares. Como se ilustra en la figura 3, unos circuitos 350 de transmisión o recepción pueden incluir una antena 352. La antena 352 también puede denominarse o configurarse como una antena de "bucle" 352. La antena 352 también puede denominarse en el presente documento o configurarse como una antena "magnética" o una bobina de inducción. El término "antena" se refiere en general a un componente que puede emitir o recibir energía de forma inalámbrica para su acoplamiento a otra "antena". La antena también puede denominarse bobina de un tipo que está configurado para emitir o recibir energía de forma inalámbrica. Como se usa en el presente documento, la antena 352 es un ejemplo de un "componente de transferencia de energía" de un tipo que está configurado para emitir y/o recibir energía de forma inalámbrica.

[20] La antena 352 puede incluir un núcleo de aire o un núcleo físico, tal como un núcleo de ferrita (no mostrado).

[21] Los circuitos de transmisión o recepción 350 pueden formar / incluir un circuito resonante. La frecuencia de resonancia de las antenas de bucle o magnéticas se basa en la inductancia y la capacitancia. La inductancia puede ser simplemente la inductancia creada por la antena 352, mientras que la capacitancia se puede añadir a la inductancia de la antena para crear una estructura resonante a una frecuencia de resonancia deseada. Como ejemplo no limitativo, un condensador 354 y un condensador 356 se pueden agregar a los circuitos 350 de transmisión o recepción para crear un circuito resonante. Para unos circuitos de transmisión, una señal 358 puede ser una entrada a una frecuencia resonante para hacer que la antena 352 genere un campo inalámbrico 105/205. Para los circuitos de recepción, la señal 358 puede ser una salida para alimentar o cargar una carga (no mostrada). Por ejemplo, la carga puede comprender un dispositivo inalámbrico configurado para ser cargado por energía recibida desde el campo inalámbrico.

[22] También son posibles otros circuitos resonantes formados usando otros componentes. Como otro ejemplo no limitativo, puede colocarse un condensador en paralelo entre los dos terminales de los circuitos 350.

[23] Con referencia a las Figuras 1 y 2, el transmisor 104/204 puede emitir un campo magnético (o electromagnético) variable en el tiempo con una frecuencia correspondiente a la frecuencia de resonancia de la antena de transmisión 114/214. Cuando el receptor 108/208 está dentro del campo inalámbrico 105/205, el campo magnético (o electromagnético) variable en el tiempo puede inducir una corriente en la antena de recepción 118/218. Tal como se ha descrito anteriormente, si la antena de recepción 118/218 está configurada para resonar a la frecuencia de la antena de transmisión 114/214, la energía puede transferirse eficazmente. La señal de CA inducida en la antena de recepción 118/218 puede rectificarse como se ha descrito anteriormente para producir una señal de CC que puede proporcionarse para cargar o para alimentar una carga.

[24] La figura 4 es un diagrama de bloques funcionales simplificado de un transmisor que puede usarse en un sistema de transferencia de energía inductiva, de acuerdo a implementaciones ejemplares de la invención. Como se muestra en la figura 4, el transmisor 400 incluye circuitos de transmisión 402 y una antena de transmisión 404, acoplados operativamente a los circuitos de transmisión 402. La antena de transmisión 404 puede configurarse como la antena de transmisión 214, como se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 2. En algunas implementaciones, la antena de transmisión 404 puede ser una bobina (por ejemplo, una bobina de inducción). En algunas implementaciones, la antena de transmisión 404 puede asociarse con una estructura más grande, tal como una mesa, estera, lámpara u otra configuración estacionaria. La antena de transmisión 404 puede estar configurada para generar un campo electromagnético o magnético. En una implementación ejemplar, la antena de transmisión 404 puede configurarse para transmitir energía a un dispositivo receptor dentro de una región de carga a un nivel de energía suficiente para cargar o alimentar el dispositivo receptor.

[25] Los circuitos de transmisión 402 pueden recibir energía a través de varias fuentes de energía (no mostradas). Los circuitos de transmisión 402 puede incluir diversos componentes configurados para controlar la antena de transmisión 404. En algunas implementaciones ejemplares, los circuitos de transmisión 402 pueden configurarse para ajustar la transmisión de energía inalámbrica basándose en la presencia y constitución de los dispositivos receptores según lo descrito en la presente memoria. Como tal, el transmisor 400 puede proporcionar energía inalámbrica de manera eficaz y segura.

[26] Los circuitos de transmisión 402 pueden incluir además un controlador 415. En algunas implementaciones, el controlador 415 puede ser un micro-controlador. En otras implementaciones, el controlador 415 puede implementarse como un circuito integrado especificado por la aplicación (ASIC). El controlador 415 puede estar conectado operativamente, directa o indirectamente, a cada componente de los circuitos de transmisión 402. El

controlador 415 puede estar configurado además para recibir información desde cada uno de los componentes de los circuitos de transmisión 402 y realizar cálculos basándose en la información recibida. El controlador 415 puede estar configurado para generar señales de control para cada uno de los componentes, que pueden ajustar el funcionamiento de ese componente. Como tal, el controlador 415 puede configurarse para ajustar la transferencia de energía basándose en el resultado de los cálculos realizados por él.

[27] Los circuitos de transmisión 402 pueden incluir además una memoria 420 conectada operativamente al controlador 415. La memoria 420 puede comprender memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria programable de solo lectura borrable eléctricamente (EEPROM), memoria flash o memoria RAM no volátil. La memoria 420 puede estar configurada para almacenar datos de forma temporal o permanente para su uso en operaciones de lectura y escritura realizadas por el controlador 415. Por ejemplo, la memoria 420 puede configurarse para almacenar datos generados como resultado de los cálculos del controlador 415. Como tal, la memoria 420 permite que el controlador 415 ajuste los circuitos de transmisión 402 en función de los cambios en los datos a lo largo del tiempo.

[28] Los circuitos de transmisión 402 pueden incluir además un oscilador 412 conectado operativamente al controlador 415. El oscilador 412 puede configurarse como el oscilador 222 según lo descrito anteriormente con referencia a la figura 2. El oscilador 412 puede estar configurado para generar una señal oscilante (por ejemplo, señal de radiofrecuencia (RF)) a la frecuencia operativa de la transferencia de energía inalámbrica. En algunas implementaciones ejemplares, el oscilador 412 puede configurarse para funcionar en la banda de frecuencia ISM de 6,78 MHz. El controlador 415 puede estar configurado para habilitar selectivamente el oscilador 412 durante una fase de transmisión (o ciclo de trabajo). El controlador 415 puede configurarse adicionalmente para ajustar la frecuencia o una fase del oscilador 412 que puede reducir las emisiones fuera de banda, especialmente cuando se hace la transición desde una frecuencia a otra. Como se ha descrito anteriormente, los circuitos de transmisión 402 pueden configurarse para proporcionar una cantidad de energía a la antena de transmisión 404, que puede generar energía (por ejemplo, flujo magnético) alrededor de la antena de transmisión 404.

[29] Los circuitos de transmisión 402 pueden incluir además un circuito controlador 414 conectado operativamente al controlador 415 y al oscilador 412. El circuito controlador 414 puede configurarse como el circuito controlador 224, como se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 2. El circuito controlador 414 puede estar configurado para controlar las señales recibidas desde el oscilador 412, como se ha descrito anteriormente.

[30] Los circuitos de transmisión 402 pueden incluir además un filtro de paso bajo (LPF) 416 conectado operativamente a la antena de transmisión 404. El filtro de paso bajo 416 puede configurarse como la parte de filtro del circuito de filtrado y adaptación 226, como se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 2. En algunas implementaciones ejemplares, el filtro de paso bajo 416 puede configurarse para recibir y filtrar una señal analógica de corriente y una señal analógica de tensión, generadas por el circuito controlador 414. La señal analógica de corriente puede comprender una señal de corriente variable en el tiempo, mientras que la señal analógica de corriente puede comprender una señal de tensión variable en el tiempo. En algunas implementaciones, el filtro de paso bajo 416 puede alterar una fase de las señales analógicas. El filtro de paso bajo 416 puede provocar la misma magnitud de cambio de fase tanto para la corriente como para la tensión, cancelando los cambios. En algunas implementaciones, el controlador 415 puede configurarse para compensar el cambio de fase causado por el filtro de paso bajo 416. El filtro de paso bajo 416 puede configurarse para reducir las emisiones de armónicos a niveles que puedan evitar el auto-atasco. Otras implementaciones ejemplares pueden incluir diferentes topologías de filtro, tales como filtros de muesca que atenúan frecuencias especificadas mientras dejan pasar a otras.

[31] Los circuitos de transmisión 402 pueden incluir además un circuito de adaptación de impedancia fija 418 conectado operativamente al filtro de paso bajo 416 y a la antena de transmisión 404. El circuito de adaptación 418 puede configurarse como la parte de adaptación del circuito de filtrado y adaptación 226, como se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 2. El circuito de adaptación 418 puede estar configurado para hacer coincidir la impedancia de los circuitos de transmisión 402 (por ejemplo, 50 ohmios) con la antena de transmisión 404. Otras implementaciones ejemplares pueden incluir una adaptación de impedancia adaptativa que puede variarse basándose en métricas de transmisión medibles, tales como la energía de salida medida a la antena de transmisión 404 o una corriente CC del circuito controlador 414. Los circuitos de transmisión 402 pueden comprender además dispositivos discretos, circuitos discretos y / o un montaje integrado de componentes. La antena transmisora 404 puede implementarse como una antena de parche con el espesor, anchura y tipo de metal seleccionados para conservar bajas las pérdidas resistivas.

[32] La figura 5 es un diagrama de bloques de un receptor, de acuerdo a una implementación de la presente invención. Como se muestra en la figura 5, un receptor 500 incluye unos circuitos de recepción 502, una antena de recepción 504 y una carga 550. El receptor 500 se acopla además a la carga 550 para proporcionar energía recibida a la misma. El receptor 500 se ilustra como externo al dispositivo que actúa como la carga 550 pero puede integrarse en la carga 550. La antena de recepción 504 puede estar operativamente conectada a los circuitos de recepción 502. La antena de recepción 504 puede configurarse como la antena de recepción 218, según lo descrito anteriormente con referencia a la figura 2. En algunas implementaciones, la antena de recepción 504 puede sintonizarse para resonar a una frecuencia similar a una frecuencia de resonancia de la antena de transmisión 404, o dentro de un rango de frecuencias especificado, como se ha descrito anteriormente. La antena de recepción 504

puede dimensionarse de forma similar con la antena de transmisión 404 o puede tomar un tamaño diferente en función de las dimensiones de la carga 550. La antena de recepción 504 puede estar configurada para acoplarse al campo magnético generado por la antena de transmisión 404, como se ha descrito anteriormente, y proporcionar una cantidad de energía recibida a los circuitos de recepción 502 para alimentar o cargar la carga 550.

[33] Los circuitos de recepción 502 pueden estar operativamente acoplados a la antena de recepción 504 y a la carga 550. Los circuitos de recepción pueden configurarse como los circuitos de recepción 210, como se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 2. Los circuitos de recepción 502 pueden configurarse para coincidir con una impedancia de la antena de recepción 504, que puede proporcionar una recepción eficaz de la energía inalámbrica. Los circuitos de recepción 502 pueden estar configurados para generar energía basándose en la energía recibida desde la antena de recepción 504. Los circuitos de recepción 502 pueden estar configurados para proporcionar la energía generada a la carga 550. En algunas implementaciones, el receptor 500 puede configurarse para transmitir una señal al transmisor 400 que indica una cantidad de energía recibida desde el transmisor 400. Los circuitos de recepción 502 pueden incluir un controlador de señalización del procesador 516, configurado para coordinar los procesos del receptor 500 descrito a continuación.

[34] Los circuitos de recepción 502 proporcionan una adaptación de impedancia a la antena de recepción 504. Los circuitos de recepción 502 incluyen los circuitos de conversión de energía 506 para convertir una energía recibida en energía de carga para su uso por la carga 550. Los circuitos de conversión de energía 506 incluyen un convertidor de RFAC a CC 508, acoplado a un convertidor de CC a CC 510. El convertidor de CA a CC 508 rectifica la señal de energía recibida en la antena de recepción 504 en una energía no alterna mientras el convertidor de CC a CC 510 convierte la señal de energía rectificada en un potencial de energía (por ejemplo, tensión) que es compatible con la carga 550. Se contemplan diversos convertidores de CA a CC, incluidos los rectificadores parciales y completos, reguladores, puentes, duplicadores, así como convertidores lineales y de conmutación.

[35] Los circuitos de recepción 502 pueden incluir además circuitos de conmutación 512 configurados para conectar la antena de recepción 504 a los circuitos de conversión de energía 506 o, alternativamente, para desconectar los circuitos de conversión de energía 506 de la antena de recepción 504. Desconectar la antena de recepción 504 de los circuitos de conversión de energía 506 no solo suspende la carga de la carga 550, sino que también cambia la "carga" según es "vista" por el transmisor 400 (figura 4), como se explica más completamente a continuación.

[36] La carga 550 puede estar operativamente conectada a los circuitos de recepción 502. La carga 550 puede configurarse como la batería 236, como se ha descrito anteriormente con referencia a la figura 2. En algunas implementaciones, la carga 550 puede ser externa a los circuitos de recepción 502. En otras implementaciones, la carga 550 puede integrarse en los circuitos de recepción 502.

[37] Al diseñar sistemas de alimentación inalámbricos, se pueden realizar varias tareas importantes durante el diseño y las pruebas, incluyendo la medición de la densidad total del campo magnético (H) y / o la densidad del flujo magnético (B), la medición de la uniformidad del campo en casos de bobina abierta, las pruebas de interoperabilidad de un transmisor de energía inalámbrico con receptores de energía inalámbricos, la monitorización de la densidad de flujo magnético una vez que se ha colocado un dispositivo recargable, y la monitorización de la capacidad de un transmisor de energía inalámbrico para mantener el campo magnético bajo una carga de un conjunto determinado de receptores de energía. Las pruebas de la interoperabilidad de un nuevo transmisor inalámbrico de energía pueden implicar probar el nuevo transmisor de energía inalámbrico con cada receptor existente, mientras que las pruebas de la densidad del campo magnético o la densidad de flujo magnético se pueden realizar moviendo un bucle (es decir, un receptor) alrededor del transmisor de energía inalámbrico. Sin embargo, es difícil y poco práctico probar un nuevo transmisor inalámbrico de energía con todos los receptores existentes a medida que la cantidad de transmisores y receptores inalámbricos aumenta continuamente. De manera similar, es difícil y poco práctico mover y colocar un bucle con precisión sobre decenas o cientos de ubicaciones en la plataforma y medir la densidad del campo magnético y la densidad del flujo magnético en la ubicación. Como tal, existe la necesidad de procedimientos y aparatos mejorados para probar transmisores y sistemas de energía inalámbricos.

[38] La figura 6 ilustra una vista en perspectiva de un transmisor de energía inalámbrico 600 que tiene un recinto 602 configurado para la colocación de receptores de energía inalámbricos sobre el mismo, por ejemplo, el receptor 500 de la figura 5, de acuerdo a diversas implementaciones ejemplares de la presente invención. En algunas implementaciones, el transmisor 600 puede corresponder al transmisor 402 de la figura 4. En algunas implementaciones, los receptores de energía inalámbricos pueden configurarse para recibir energía de forma inalámbrica desde el transmisor de energía inalámbrico 600 para cargar los receptores de energía inalámbricos. En algunas implementaciones, el transmisor de energía inalámbrico 600 puede incluir el alojamiento 602 que alberga en su interior una antena de transmisión 604 y los circuitos y componentes del transmisor asociados, como se ha descrito previamente en relación con las Figuras 1 a 4. La antena de transmisión 604 puede configurarse para generar un campo inalámbrico para transferir energía de forma inalámbrica a partir de una señal generada por los circuitos transmisores asociados. Los circuitos transmisores asociados pueden comprender uno o más de los componentes del transmisor 402 de la figura 4, por ejemplo, el oscilador 412, el controlador 414, el filtro 416 y el circuito de adaptación 418.

[39] El recinto 602 puede estar configurado para tener una o más superficies 606 capaces de funcionar como una superficie de carga. Los receptores de energía inalámbricos pueden colocarse en la superficie de carga 606 y quedar expuestos al campo inalámbrico generado por la antena de transmisión 604. La antena de transmisión 604 puede estar ubicada dentro del recinto 602 de manera que el campo inalámbrico generado por la antena de transmisión 604 permita la transferencia de energía inalámbrica a cualquier receptor de energía inalámbrico colocado en las una o más superficies de carga 606 del recinto 602.

[40] El campo inalámbrico generado por la antena de transmisión 604 para transmitir energía de forma inalámbrica puede ser un campo magnético. El campo magnético puede generarse a una frecuencia específica o dentro de un rango específico de frecuencias. En algunas implementaciones, el transmisor de energía inalámbrico 600 puede comprender una pluralidad de antenas de transmisión dispuestas en una formación. Cada una de las antenas de transmisión de la pluralidad de antenas de transmisión puede configurarse para generar un campo magnético, para transferir energía de forma inalámbrica. Como se ha descrito anteriormente, los campos magnéticos generados por cada una entre la pluralidad de antenas de transmisión se pueden generar a una frecuencia especificada (es decir, la misma frecuencia especificada para cada uno de los campos magnéticos) o en un rango especificado de frecuencias (es decir, cada uno de los campos magnéticos puede generarse en una entre un rango de frecuencias especificadas).

[41] En funcionamiento, el transmisor de energía inalámbrico 600 que tiene la antena de transmisión 604 puede generar y mantener el campo magnético (campo H) a la frecuencia especificada o en el rango especificado de frecuencias. La intensidad del campo magnético generado, en combinación con la frecuencia especificada, puede determinar la tensión que recibirán a través del campo magnético los uno o más receptores de energía inalámbricos expuestos al campo magnético. El campo magnético puede actuar como una interfaz entre el transmisor de energía inalámbrico 600 y el receptor de energía inalámbrico.

[42] Para una transferencia efectiva inalámbrica de energía, el transmisor de energía inalámbrico 600 puede ser capaz de mantener la relación del campo magnético y de la frecuencia especificada, de manera que el producto de los dos (es decir, la tensión disponible para los receptores de energía inalámbricos) caiga dentro de un rango predeterminado o especificado en la extensión de la superficie de carga 606. Por ejemplo, es deseable si las posiciones sobre y dentro de la superficie de carga 606 del transmisor de energía inalámbrico 600 producen una tensión dentro del rango especificado. En ciertas implementaciones, el producto de campo magnético / frecuencia del transmisor de energía inalámbrico 600 se mantiene dentro del rango especificado variando la corriente y / o la frecuencia a través de la antena de transmisión 604. En ciertas implementaciones, la geometría de la antena de transmisión 604 se selecciona para mantener el producto del campo magnético / frecuencia del transmisor de energía inalámbrico 600 dentro del rango especificado.

[43] Para determinar si el campo magnético está dentro del rango especificado, el campo magnético se mide en un lugar alejado de la carga. La carga puede corresponder al dispositivo u objeto que se presenta a la antena de transmisión con el fin de recibir energía desde el campo magnético, por ejemplo, un dispositivo con carga (por ejemplo, un teléfono móvil, un ordenador portátil, etc.) o un dispositivo de prueba que recibe energía inalámbrica desde el campo magnético. En algunas implementaciones, cuando la carga se presenta a la antena de transmisión, la carga se coloca en un área de la superficie de carga 606 del transmisor de energía inalámbrico 600. Por ejemplo, un campo magnético "cargado" puede corresponder a un campo magnético que está transfiriendo energía al dispositivo recargable, mientras que un campo magnético "descargado" puede corresponder a un campo magnético que no está transfiriendo energía al dispositivo recargable. Si el campo magnético medido es uniforme dentro de una especificación de uniformidad, entonces el transmisor de energía inalámbrico 600 es capaz de mantener el campo magnético al mismo tiempo que suministra energía a la carga. Por lo tanto, el campo magnético del transmisor 600 está dentro del rango especificado si la uniformidad del campo magnético se mantiene en los puntos que no están específicamente cargados. Por lo tanto, de acuerdo a una implementación, se proporciona un procedimiento que prueba la uniformidad del campo magnético en puntos o ubicaciones dentro del campo magnético que no están explícitamente cargados. En algunas implementaciones, cuando el campo magnético se mide en un lugar alejado de la carga, el campo magnético se puede medir en todas las ubicaciones lejos de la carga. En otras implementaciones, el campo magnético se puede medir en una mayoría de las ubicaciones lejos de la carga. Algunas otras implementaciones pueden medir el campo magnético como un subconjunto de ubicaciones lejos de la carga, en función de un algoritmo.

[44] Cuando se diseña y desarrolla un nuevo transmisor de energía inalámbrico 600, se prueba el transmisor de energía inalámbrico 600 para determinar si funciona según lo diseñado y / o especificado con un conjunto dado de receptores de energía inalámbricos. Como se ha descrito anteriormente, un procedimiento de prueba puede comprender probar el nuevo transmisor inalámbrico de energía 600 con todos los receptores inalámbricos de energía existentes. Alternativamente, en una implementación, el nuevo transmisor de energía inalámbrico 600 puede probarse examinando el campo magnético generado por el transmisor de energía inalámbrico 600. La uniformidad del transmisor de energía inalámbrico descargado puede compararse con una norma de uniformidad para garantizar que el campo magnético sin carga cumpla con los requisitos de uniformidad. La uniformidad de un campo magnético descargado se puede comparar entonces con el requisito de uniformidad. Este requisito de uniformidad puede ser el

mismo que el requerido para el campo descargado, o puede ser más o menos estricto. La carga o las cargas pueden representar el rango mínimo y máximo de receptores de energía inalámbricos concebibles. Por ejemplo, el campo magnético generado por el transmisor inalámbrico de energía 600 cuando está descargado puede ser muestreado o medido en uno o más puntos dentro del campo magnético. La carga (o cargas si el transmisor inalámbrico de energía 600 está configurado para proporcionar energía a múltiples receptores inalámbricos de energía a la vez) se coloca entonces dentro del campo magnético, y el campo magnético se muestrea o mide nuevamente en los puntos restantes no cargados. Luego, las mediciones del campo magnético descargado se comparan con una norma de uniformidad. Si los campos magnéticos medidos en los puntos sin carga se desvían de la norma de uniformidad, entonces la prueba puede no ser superada. Si los campos magnéticos medidos en los puntos no cargados están dentro de la norma de uniformidad, entonces la prueba puede ser superada. En algunas implementaciones, el campo magnético generado por el transmisor de energía inalámbrico 600 puede estar distorsionado por cualquier metal o material magnético dentro del receptor de energía inalámbrico y / o por la resonancia del receptor de energía inalámbrico. Alternativamente, un receptor de energía inalámbrico con una carga significativa (por ejemplo, un consumo de corriente significativo) puede perturbar el campo magnético.

[45] Como se ha expuesto anteriormente, la prueba del transmisor inalámbrico de energía 600 puede implicar medir o muestrear el campo magnético generado por el transmisor inalámbrico de energía 600 en uno o más puntos dentro del campo magnético. Dicha medición y muestreo pueden incluir el uso de una herramienta de pruebas de campo (FTT). Como un ejemplo, la herramienta de pruebas de campo puede comprender un bucle de cable que es aproximadamente del mismo tamaño que el receptor de energía inalámbrico que pretende representar. Por lo tanto, probar un transmisor de energía inalámbrico 600 que sea capaz de proporcionar energía inalámbrica a una variedad de tamaños de receptores de energía inalámbricos puede implicar el uso de una pluralidad de herramientas de prueba de campo, cada una correspondiente a un tamaño de un receptor de energía inalámbrico particular, capaz de recibir energía inalámbrica desde el transmisor de energía inalámbrico 600. En algunas implementaciones, la herramienta de prueba de campo puede comprender cualquier dispositivo externo (externo al propio transmisor inalámbrico de energía 600) que puede usarse para colocar una carga en el transmisor de energía inalámbrico 600 o medir cualquier parámetro o especificación del transmisor inalámbrico de energía 600 o el campo magnético que genera el transmisor de energía inalámbrico 600. En algunas implementaciones, la herramienta de prueba de campo puede configurarse para simular una carga o una impedancia que se presentará al campo magnético.

[46] La figura 7A es un diagrama que ilustra una vista desde abajo de la herramienta de prueba de campo 700 para las pruebas de campo magnético de un transmisor de energía inalámbrico, por ejemplo el transmisor de energía inalámbrico 600 de la figura 6, de acuerdo a una implementación ejemplar. Como se muestra en la figura 7A, la herramienta de pruebas de campo 700 puede comprender un recinto 702 (por ejemplo, un recinto de plástico), puede estar configurado para incluir un bucle de detección 704 y puede estar acoplado a un circuito de pruebas 706. El bucle de detección 704 puede ser un bucle de cable. En algunas implementaciones, el aparato 700 puede comprender bucles de detección superpuestos 704, una matriz de bucles de detección 704, o uno o más bucles de detección plana 704. En algunas implementaciones, el bucle de detección 704 puede estar incrustado dentro del recinto 702 o encerrado dentro del recinto 702. En algunas implementaciones, el bucle de detección 704 puede estar acoplado operativamente al exterior del recinto 702 en el lado más cercano al transmisor de energía inalámbrico 600 cuando se prueba el transmisor de energía inalámbrica 600. En algunas implementaciones, la herramienta de pruebas de campo 700 puede incluir un respaldo metálico o un refuerzo de ferrita (no mostrado). El circuito de prueba 706 puede comprender uno o más componentes o circuitos (por ejemplo, un circuito de detección) que identifican mediciones de campo magnético basadas en campos magnéticos a los que está expuesto el bucle de detección 704.

[47] Como se representa en la figura 7A, el bucle de detección 704 puede ser esencialmente circular. En algunas implementaciones, el bucle de detección 704 puede ser un bucle de múltiples vueltas o una bobina de cable eléctricamente conductor. El bucle de detección 704 puede estar eléctricamente acoplado al circuito de prueba 706 mediante una línea de derivación 708. Como el bucle de detección 704 puede tener una sección transversal esencialmente circular, la herramienta de prueba de campo 700 puede girarse en cualquier dirección perpendicular a la sección transversal del bucle de detección 704 sin afectar la medición del campo magnético. En algunas implementaciones, la herramienta de prueba de campo 700 puede comprender un sensor de ubicación, que puede configurarse para detectar y / o medir un cambio en la ubicación relativa de la herramienta de prueba de campo 700 durante la medición del campo magnético. En algunas implementaciones, el sensor de ubicación puede ser un componente del circuito de prueba 706.

[48] En algunas implementaciones, el sensor de ubicación puede comprender un sensor óptico que funciona de manera similar a la de un ratón de ordenador con seguimiento óptico. En algunas otras implementaciones, el sensor de ubicación puede comprender un sensor mecánico de ubicación (por ejemplo, una bola rodante utilizada en un ratón de ordenador). Sin embargo, se puede utilizar alternativamente cualquier tipo de sensor capaz de delinear el movimiento relativo de la herramienta de prueba de campo 700.

[49] La herramienta de prueba de campo 700 puede ser un aparato de mano que puede moverse alrededor de una superficie del transmisor de energía inalámbrico 600 y puede configurarse para correlacionar el campo magnético (como lo detecta el bucle de detección 704) en cada una entre una pluralidad de ubicaciones a través del

transmisor inalámbrico de energía 600 (como lo detecta el sensor de ubicación). La herramienta de prueba de campo 700 puede estar conectada a un voltímetro de CA y a una pantalla para permitir que se llene una gráfica de campo cuando la herramienta de prueba de campo 700 se mueve sobre la superficie del transmisor de energía inalámbrico 600. En algunas implementaciones, la herramienta de prueba de campo 700 puede estar conectada a la pantalla para guiar a un usuario cuando recorre la superficie del transmisor de energía inalámbrico 600. En algunas otras implementaciones, un usuario de la herramienta de prueba de campo 700 puede utilizar adicionalmente una guía impresa y flexible que permite la colocación y el movimiento precisos de la herramienta de prueba de campo 700. En algunas otras implementaciones, un usuario de la herramienta de prueba de campo 700 puede utilizar adicionalmente algunos otros medios para marcar una superficie del transmisor de energía inalámbrico 600, para guiar al usuario al situar la herramienta de prueba de campo 700.

[50] En algunas implementaciones, la herramienta de prueba de campo 700 puede configurarse para presentar una carga resistiva (dentro de un rango de resistencia) y un desplazamiento de reactancia (dentro de un rango de reactancia) al transmisor de energía inalámbrico 600. En algunas otras implementaciones, la herramienta de prueba de campo 700 no será un elemento utilizado para cargar por desplazamiento, de forma resistiva o reactiva, el transmisor de energía inalámbrico 600. En tales implementaciones, las cargas de desplazamiento resistivas o reactivas pueden ser presentadas por un dispositivo externo. En una implementación, la carga resistiva se puede lograr variando la resistencia eléctrica conectada al bucle de detección 704. El cambio de reactancia se puede variar cambiando el material detrás del bucle de detección 704, por ejemplo, cambiando encastres el respaldo físico de la herramienta de prueba de campo 700. La configuración de la herramienta de prueba de campo 700 puede depender, al menos en parte, de la prueba en la que se usa la herramienta de prueba de campo 700.

[51] La herramienta de prueba de campo 700 puede funcionar para medir el campo magnético en una ubicación de la herramienta de prueba de campo 700. La herramienta de prueba de campo 700 puede medir o calcular el campo magnético que atraviesa la herramienta de prueba de campo 700, basándose en una tensión y una frecuencia de una señal inducida en el bucle de detección 704 y un área del bucle de detección 704. La herramienta de prueba de campo 700 puede promediar el campo magnético sobre el área del bucle de detección 704. La medición resultante puede expresarse como una tensión.

[52] La figura 7B es un diagrama que ilustra una vista superior de una herramienta de prueba de reactancia (RTT) 750 para pruebas de campo magnético de un transmisor de energía inalámbrico, por ejemplo, el transmisor de energía inalámbrico 600 de la figura 6, de acuerdo a una implementación ejemplar. Como se muestra en la figura 7B, la herramienta de prueba de reactancia 750 puede estar formada, esencialmente, de metal o ferrita 752 que comprende una disposición de uno o más "orificios" 754, donde una cantidad controlada de metal o ferrita puede eliminarse en un patrón fino. La herramienta de prueba de reactancia 750 puede proporcionar un desplazamiento de reactancia "promedio" que es independiente de la posición de la herramienta de prueba de reactancia 750, siempre que la herramienta de prueba de reactancia, RTT, 750 sea lo suficientemente grande para cubrir toda la superficie de carga del transmisor inalámbrico de energía 600.

[53] La herramienta de prueba de campo 700 o la herramienta de prueba de reactancia 750 pueden usarse en una variedad de pruebas de los transmisores de energía inalámbricos 600. Dos tipos de pruebas ejemplares que se pueden usar para probar transmisores de energía inalámbricos 600 se pueden dividir en dos tipos de pruebas con respecto a los aspectos del transmisor de energía inalámbrico 600 que se está probando (es decir, pruebas operativas y pruebas de diseño). La prueba operativa puede probar elementos de rendimiento que afectan el funcionamiento del transmisor inalámbrico de energía 600. La prueba de diseño puede asegurar que el transmisor inalámbrico de energía 600 se puede implementar fácilmente usando hardware del mundo real, pero puede no tener un efecto significativo en el funcionamiento del transmisor inalámbrico de energía 600 (es decir, la prueba de diseño puede ser importante para diseñar el transmisor inalámbrico de energía 600). En estos tipos de pruebas, las herramientas de prueba de campo 700 y las herramientas de prueba de reactancia 750 pueden representar diferentes parámetros según la prueba. Por supuesto, se puede realizar más de una prueba de funcionamiento y / o más de una prueba de diseño en el transmisor de energía inalámbrico 600.

[54] En algunas implementaciones, la herramienta de prueba de campo 700 / herramienta de prueba de reactancia 750 puede comprender un controlador y un módulo de comunicación, o estar configurada para acoplarse a un controlador externo y / o módulo de comunicación. El controlador puede estar configurado para realizar las mediciones de las tensiones de circuito abierto y determinar la uniformidad del campo magnético durante las mediciones realizadas por la herramienta de prueba de campo 700. En algunas implementaciones, el controlador puede configurarse para determinar si el transmisor de energía inalámbrico 600 supera o no las pruebas descritas a continuación, comparando valores medidos de la intensidad del campo magnético, antes de aplicar la carga, con los valores medidos de la intensidad del campo magnético después de aplicar la carga. En algunas implementaciones, una o más herramientas de prueba de campo 700 / herramientas de prueba de reactancia 750 pueden usarse como carga en el campo magnético generado, mientras que otras una o más herramientas de prueba de campo 700 pueden usarse para medir el campo magnético generado en los puntos o ubicaciones sin carga. En algunas implementaciones, las herramientas de prueba de campo 700 / herramientas de prueba de reactancia 750 pueden usarse como cargas en los campos magnéticos generados por los transmisores de energía inalámbricos 600 mientras que otras sondas, dispositivos o herramientas de medición se usan para medir la uniformidad del campo

magnético fuera de los puntos o ubicaciones cargados. En algunas implementaciones, el módulo de comunicación puede usarse para comunicar cualquier valor medido o recibir cualquier configuración o comando a y desde otro dispositivo, respectivamente. En algunas implementaciones, la herramienta de prueba de campo 700 puede usarse junto con otro dispositivo configurado para simular una carga, donde la herramienta de prueba de campo 700 puede usarse para medir el campo magnético mientras está cargado con el otro dispositivo.

[55] Una primera prueba operativa puede comprender una prueba de circuito abierto. En esta prueba, la herramienta de prueba de campo 700 puede representar un circuito abierto y puede configurarse para medir una tensión de circuito abierto en ubicaciones en la superficie de carga 606 del transmisor de energía inalámbrico 600. Para superar la prueba de circuito abierto, el campo magnético debe ser capaz de producir la tensión de circuito abierto medida por la herramienta de prueba de campo 700 dentro de un rango especificado para las ubicaciones. Si las ubicaciones de las tensiones de circuito abierto, medidas por la herramienta de prueba de campo 700 para las ubicaciones no están dentro del rango especificado, entonces el transmisor de energía inalámbrico 600 no supera la prueba de circuito abierto. Las ubicaciones pueden abarcar esencialmente toda la superficie de carga 606 (figura 6).

[56] Una segunda prueba operativa puede comprender una prueba de rango de resistencia. Para la prueba de rango de resistencia, la herramienta de prueba de campo 700 u otro receptor inalámbrico de energía puede representar una carga resistiva (es decir, la cantidad de energía que puede consumir un receptor de energía inalámbrico) que se coloca en el transmisor de energía inalámbrico 600. La prueba de rango de resistencia puede implicar que la herramienta de prueba de campo 700, o el otro receptor inalámbrico de energía, estén configurados para variar su resistencia desde un valor muy alto (que representa la transferencia de energía mínima) a un valor muy bajo (que representa la transferencia de energía máxima). A medida que disminuye la resistencia, la energía transferida puede aumentar y, para superar la prueba de rango de resistencia, el transmisor de energía inalámbrico 600 puede ser capaz de mantener los niveles de campo magnético dentro de un rango de valores durante la carga mínima y la carga máxima (y cualquier carga entre las mismas). Si el campo magnético se mantiene en ubicaciones descargadas durante cada una de las extracciones de corriente, entonces la prueba indica que el transmisor es capaz de dar soporte a los receptores de energía inalámbricos con los valores de resistencia máxima y mínima de la herramienta de prueba de campo 700, o el otro receptor inalámbrico de energía.

[57] Si el transmisor de energía inalámbrico 600 es capaz de dar soporte a más de un receptor de alimentación inalámbrico al mismo tiempo, entonces se pueden usar varias herramientas de prueba de campo 700 u otros varios receptores de energía inalámbricos, habiendo puesto sobre ellos, cada una de las herramientas de prueba de campo 700 o los otros receptores inalámbricos de energía, sus respectivos consumos de corriente mínimos y máximos. Si el transmisor de energía inalámbrico 600 es capaz de mantener el campo magnético en las ubicaciones descargadas, entonces el transmisor de energía inalámbrico 600 supera la prueba. Para la prueba del rango de resistencia, mientras que la capacidad del transmisor de energía inalámbrico 600 de mantener su antena transmisora 604 puede ser indicativa de poder mantener el campo magnético, puede haber casos en los que se mantenga la antena transmisora 604 pero el campo magnético no se mantenga. Por lo tanto, mantener el campo magnético generado por el transmisor de energía inalámbrico 600 puede corresponder a ser capaz el transmisor de energía inalámbrico 600 de mantener su corriente de bucle transmisor mientras está sujeto a la carga máxima por uno o más receptores de energía inalámbricos. Esto puede aplicarse tanto a las pruebas de desplazamiento resistivas como a las reactivas. El mantenimiento de la corriente de bucle transmisor puede corresponder a mantener la corriente de bucle transmisor por encima de un umbral definido (por ejemplo, por encima del 50% de la corriente de bucle del transmisor descargado o a una corriente suficiente para transferir energía de forma inalámbrica a una distancia mínima, etc.).

[58] Tanto la herramienta de prueba de campo 700 como la herramienta de prueba de reactancia 750 pueden usarse, adicionalmente, en una prueba de diseño, un ejemplo de lo cual puede ser una prueba de rango de reactancia. La prueba del rango de reactancia puede implicar la herramienta de prueba de reactancia 750 que representa la reactancia causada por los receptores de energía inalámbricos en el transmisor de energía inalámbrica 600 y la antena transmisora 604. Para superar la prueba de reactancia, el transmisor de energía inalámbrico 600 puede ser capaz de mantener el campo magnético generado (por ejemplo, mantener la uniformidad del campo magnético, la intensidad del campo magnético y / o las propiedades de transferencia de energía inalámbrica, etc.) mientras experimenta un desplazamiento máximo de reactancia producido por la herramienta de prueba de reactancia 750. El desplazamiento de reactancia puede ser en cualquier dirección - capacitivo o inductivo, según el material de la herramienta de prueba de reactancia 750. Si la herramienta de prueba de campo 700 tiene un respaldo de metal o la herramienta de prueba de reactancia 750 es de metal, entonces el desplazamiento de reactancia puede ser capacitivo. Si la herramienta de prueba de campo 700 tiene un respaldo de ferrita o la herramienta de prueba de reactancia 750 es de ferrita, entonces el desplazamiento de reactancia puede ser inductivo. En general, se puede colocar una gran pieza de metal o ferrita en un transmisor para hacer que la carga sea capacitiva o inductiva, respectivamente. Por consiguiente, la herramienta de prueba de reactancia 750 puede representar una cantidad máxima de metal que se puede colocar en el transmisor (por ejemplo, una lámina de metal que cubre la mitad del transmisor o una lámina de metal que cubre todo el transmisor pero que tiene agujeros que perforan el metal), o ferrita que se puede poner en el transmisor (o un dispositivo). Para un transmisor de energía inalámbrico de dispositivos múltiples 600, la misma prueba se realiza con múltiples herramientas de prueba de campo 700 / herramientas de prueba de reactancia 750, y el transmisor de energía inalámbrico 600 puede ser capaz

de mantener el campo magnético generado durante el máximo desplazamiento de reactancia causado por el equivalente del desplazamiento de reactancia del número máximo de receptores de energía inalámbricos.

[59] La figura 8 es un diagrama que ilustra una vista lateral de un aparato 800 para pruebas de campo de energía inalámbricas, dispuestas sobre un transmisor de energía inalámbrico 600, según lo mencionado en la figura 6, de acuerdo a una implementación ejemplar. Como se ha descrito anteriormente, el transmisor de energía inalámbrico 600 puede incluir una antena de transmisión 604 (figura 6) y unos circuitos asociados, como se ha descrito previamente en relación con las figuras 1 a 4. El aparato 800 puede incluir además el recinto 702 (por ejemplo, el recinto de plástico de la figura 7) y puede estar configurado para contener el bucle de detección 704. En algunas implementaciones, donde se utilizan bucles superpuestos, el aparato 800 puede incluir adicionalmente un bucle de detección 806 (que solapa el bucle de detección 704). El diagrama muestra adicionalmente una bobina receptora 808 que puede o no estar presente durante la prueba del transmisor de energía inalámbrico 600. El aparato 800 representa cómo la herramienta de prueba de campo 700 / herramienta de prueba de reactancia 750 de las figuras 7A y 7B, u otro receptor de energía inalámbrico, pueden estar ubicados o situados en relación con el transmisor de energía inalámbrico durante las pruebas descritas en la presente memoria.

[60] La figura 9A es un diagrama de un campo magnético descargado 900 según lo generado por el transmisor inalámbrico de energía 600, según lo mencionado en la figura 6, de acuerdo a una implementación ejemplar. El campo magnético 900 es generado por el bucle 902, que puede corresponder a la antena de transmisión 604 según lo mencionado en la figura 6. El campo magnético 900 dentro del bucle 902 se muestra como bastante uniforme en todas las ubicaciones. Por ejemplo, como se muestra en la figura 9A, el campo magnético 900 tiene una representación de campo esencialmente constante en todas las áreas dentro del bucle 902. Esta representación de campo esencialmente constante se observa por la falta de gradientes mostrados por toda el área que representa el campo magnético 900. El centro mismo del campo magnético 900 muestra un área donde el campo magnético 900 es no uniforme (por ejemplo, más fuerte o más débil que el resto del área cubierta por el campo magnético 900). Esta zona central puede ser el resultado de la superposición de partes de campo, generadas a partir de diferentes secciones del bucle 902, donde cada sección diferente se muestra lindando con un borde diferente del campo magnético 900 (línea más oscura cerca del perímetro de la figura 9A).

[61] La figura 9B es un diagrama de un campo magnético cargado 950 (es decir, el campo magnético que tiene una carga que se presenta a la antena transmisora) según lo generado por el transmisor inalámbrico de energía 600, como se menciona en la figura 6, de acuerdo a una implementación ejemplar. El campo magnético 950 es generado por el bucle 952, que puede corresponder a la antena de transmisión 604 según se menciona en la figura 6. La carga 954 en el centro del campo magnético 952 puede representar una carga resistiva correspondiente a la herramienta de prueba de campo 700 de la segunda prueba primaria descrita anteriormente. El campo magnético 950 dentro del bucle 952 y no en la carga 954 se muestra como esencialmente similar al campo magnético descargado 900 y generalmente uniforme en todas las ubicaciones no cargadas por la carga 954. Como se ve cuando se compara el campo magnético 950 de la figura 9B con el campo magnético 900 de la figura 9A, los gradientes (que representan los campos magnéticos) son similares en las regiones fuera de la carga 954, lo que sugiere que el campo magnético cargado 950 es similar al campo magnético descargado 900.

[62] Una comparación de los campos magnéticos 900 y 950 puede dar como resultado la determinación de que el transmisor de energía inalámbrico que genera los campos magnéticos 900 y 950 supera la prueba operativa, ya que los campos magnéticos no cargados y cargados 900 y 950, respectivamente, son esencialmente similares. Por ejemplo, en algunas implementaciones, esencialmente similar puede significar que el campo magnético medido 950 después de la carga está dentro de un pequeño porcentaje del campo magnético descargado 900. Por ejemplo, si la resistencia o uniformidad medida del campo magnético 950 está dentro del diez por ciento de la resistencia o uniformidad medidas del campo magnético 900, entonces los dos campos magnéticos pueden verse como esencialmente similares. En algunas implementaciones, el rango del diez por ciento puede expandirse para estar dentro del veinticinco por ciento. En algunas implementaciones, pueden compararse diferentes parámetros de los campos magnéticos 900 y 950 y, por lo tanto, pueden tener diferentes intervalos dentro de los cuales se determina que los campos magnéticos 900 y 950 son esencialmente similares. Por ejemplo, puede desearse que la uniformidad de campo esté dentro del diez por ciento de similitud (es decir, las áreas de cobertura de los dos campos magnéticos 900 y 950 no son diferentes en más de un diez por ciento) mientras que se desea que la intensidad de campo o las capacidades de transferencia de energía de los dos campos magnéticos 900 y 950 estén dentro del veinticinco por ciento (es decir, la transferencia de energía o la intensidad de campo en cada área dentro del campo magnético 900 está dentro del 25% de la transferencia de energía o la intensidad de campo en cada área correspondiente del campo magnético 950).

[63] La figura 9C es un diagrama de un campo magnético descargado 960, generado por el transmisor de energía inalámbrico 600, según se menciona en la figura 6, de acuerdo a una implementación ejemplar. El campo magnético 960 es generado por el bucle 962, que puede corresponder a la antena de transmisión 604, como se menciona en la figura 6. El campo magnético 960 dentro del bucle 962 puede no ser completamente uniforme en todas las ubicaciones (como se observa por los diversos niveles de sombreado en la figura 9C). Los campos magnéticos 960 y 962, como se muestra en las figuras 9C y 9D, respectivamente, representan diferentes niveles de campo magnético a los de las figuras 9A y 9B expuestas anteriormente.

[64] La figura 9D es un diagrama de un campo magnético cargado 970, según lo generado por el transmisor de energía inalámbrico 600, como se menciona en la figura 6, de acuerdo a una implementación ejemplar. El campo magnético 970 es generado por el bucle 972, que puede corresponder a la antena de transmisión 604, como se menciona en la figura 6. La carga 974 en el centro del campo magnético 972 puede representar una carga resistiva de la segunda prueba operativa descrita anteriormente. El campo magnético 970 dentro del bucle 972 y no en la carga 974 se muestra como esencialmente diferente al campo magnético descargado 960, mientras que generalmente es uniforme en todas las ubicaciones no cargadas por la carga 974. Cuando se compara con el campo magnético 960 de la figura 9C, que muestra diferentes gradientes en toda el área cubierta por el campo magnético 960, se puede determinar que los campos magnéticos 960 y 970 son esencialmente diferentes porque los gradientes en las ubicaciones correspondientes son esencialmente diferentes entre sí (es decir, representan diferentes colores o niveles).

[65] Una comparación de los campos magnéticos 960 y 970 puede dar como resultado la determinación de que el transmisor inalámbrico de energía que genera los campos magnéticos 960 y 970 no supera la prueba primaria, ya que los campos magnéticos cargados y no cargados 960 y 970, respectivamente, son esencialmente disímiles. Así, como las herramientas de prueba de campo 700 pueden actuar como la carga 974, las herramientas de prueba de campo pueden afectar a los campos magnéticos 960 y 970, lo que puede dar como resultado la determinación de que los dos campos magnéticos 960 y 970 no son esencialmente similares. Por ejemplo, en algunas implementaciones, 'esencialmente similares' puede indicar que el campo magnético medido 970, después de la carga, está dentro de un pequeño porcentaje (por ejemplo, 0% a 5%) del campo magnético descargado 960 o dentro de un rango especificado o puede basarse en la norma de uniformidad expuesta anteriormente. Por ejemplo, si la resistencia o uniformidad medida del campo magnético 960 está dentro del diez por ciento (0% a 10%) de la resistencia o uniformidad medida del campo magnético 970, entonces los dos campos magnéticos pueden verse como esencialmente similares. En algunas implementaciones, el rango del diez por ciento puede expandirse para estar dentro del veinticinco por ciento (0% a 25%). En algunas implementaciones, pueden compararse diferentes parámetros de los campos magnéticos 960 y 970 y, por lo tanto, pueden tener diferentes intervalos dentro de los cuales se determina que los campos magnéticos 960 y 970 son esencialmente similares. Por ejemplo, se puede desear que la uniformidad de campo esté dentro del diez por ciento de similitud (es decir, las áreas de cobertura de los dos campos magnéticos 960 y 970 no sean diferentes en más de un diez por ciento), mientras que se desea que la intensidad de campo o las capacidades de transferencia de energía de los dos campos magnéticos 960 y 970 estén dentro del veinticinco por ciento (es decir, la transferencia de energía o la intensidad de campo en cada área dentro del campo magnético 960 está dentro del 25% de la transferencia de energía o intensidad de campo en cada área correspondiente del campo magnético 970).

[66] La figura 10 es un diagrama de flujo de un procedimiento ejemplar 1000 para probar un transmisor de energía inalámbrico, de acuerdo a una implementación ejemplar. Las etapas o acciones descritas en la figura 10 puede implementar o utilizar cualquiera de los circuitos y / o dispositivos mostrados en cualquiera de las figuras 4 a 8. El bloque 1002 puede incluir generar un campo magnético a través de una antena de transmisión. Como se ha descrito anteriormente en relación con una o más de las figuras 6 a 8B, se puede generar un campo magnético mediante el transmisor de energía inalámbrico 600 (que tiene una antena de transmisión 604) para permitir la transferencia de energía inalámbrica desde el transmisor de energía inalámbrico 600 a un receptor inalámbrico de energía situado dentro del campo magnético generado. El bloque 1004 puede incluir identificar un primer nivel de uniformidad del campo magnético en base a una comparación de una pluralidad de mediciones del campo magnético en una pluralidad de ubicaciones en una superficie de carga del transmisor de energía inalámbrico. Por ejemplo, la tensión de circuito abierto puede medirse (identificarse) mediante la herramienta de prueba de campo 700 (con referencia a la figura 7A). Por ejemplo, se puede inducir una tensión de CA, proporcional al campo magnético que atraviesa el área abarcada por un bucle de detección particular 704 de la herramienta de prueba de campo 700, entre los terminales de ese bucle conductor particular. Alternativamente, la herramienta de prueba de campo 700 se puede usar para medir el rango de resistencia del transmisor de energía inalámbrico 600 o el rango de desplazamiento de reactancia del transmisor de energía inalámbrico 600, respectivamente. El bloque 1006 puede comprender comparar la pluralidad de mediciones del campo magnético con un rango predeterminado de valores para la pluralidad de ubicaciones en la superficie de carga del transmisor de energía inalámbrico, donde se determina que el campo magnético es uniforme si la pluralidad de mediciones del campo magnético está dentro del rango predeterminado de valores para una mayoría de la pluralidad de ubicaciones en la superficie de carga. Esto puede comprender determinar (comparando) que las tensiones de circuito abierto medidas en el bloque 1004 están dentro del rango especificado de valores en las ubicaciones de la superficie de carga dentro del campo magnético. En una implementación, por ejemplo, el procedimiento 1000 puede ser realizado por el aparato 800 de la figura 8.

[67] La figura 11 es un diagrama de bloques funcionales de un aparato para probar el transmisor de energía inalámbrico 600, de acuerdo a una implementación ejemplar. Los expertos en la materia apreciarán que un aparato para probar el transmisor de energía inalámbrico puede tener más o menos componentes que el aparato simplificado 1100 mostrado en la figura 11. El aparato 1100 mostrado incluye únicamente aquellos componentes útiles para la descripción de algunas características prominentes de implementaciones dentro del alcance de las reivindicaciones.

[68] El aparato 1100 incluye un circuito de generación de campo magnético 1102. En una implementación, el circuito de generación de campo magnético 1102 puede configurarse para realizar una o más de las funciones descritas anteriormente con respecto al bloque 1002 de la figura 10. En diversas implementaciones, el circuito de generación de campo magnético 1102 puede implementarse mediante uno o más de los circuitos mostrados en cualquiera de las figuras 1 a 4 y 6. En diversas implementaciones, los medios para generar un campo magnético pueden comprender el circuito generador de campo magnético 1102.

[69] El aparato 1100 incluye además un circuito de medición de campo magnético 1104. En una implementación, el circuito de medición de campo magnético 1104 puede configurarse para realizar una o más de las funciones descritas anteriormente con respecto al bloque 1004. En diversas implementaciones, el circuito de medición de campo magnético 1104 puede implementarse mediante uno o más de los dispositivos mostrados en las figuras 7A y 7B. En algunas implementaciones, los medios para medir una primera uniformidad del campo magnético en las ubicaciones dentro del campo magnético pueden comprender el circuito de medición de campo magnético 1104.

[70] El aparato 1100 incluye además un circuito de determinación 1106. En una implementación, el circuito de determinación 1106 se puede configurar para realizar una o más de las funciones descritas anteriormente con respecto al bloque 1006. En diversas implementaciones, el circuito de determinación 1106 puede implementarse mediante uno o más de los dispositivos mostrados en las figuras 7A y 7B. En algunas implementaciones, los medios para determinar que la primera uniformidad medida del campo magnético está dentro de un rango especificado de valores en las ubicaciones dentro del campo magnético pueden comprender el circuito de determinación 1106.

[71] La figura 12 es un diagrama de flujo de un procedimiento ejemplar 1200 que implementa una prueba de funcionamiento de un transmisor de energía inalámbrico, de acuerdo a una implementación ejemplar. Las etapas o acciones descritas en la figura 12 puede implementar o utilizar cualquiera de los circuitos y / o dispositivos mostrados en cualquiera de las figuras 4 a 8.

[72] El bloque 1202 puede incluir generar un campo magnético a través de una antena de transmisión. Como se ha descrito anteriormente en relación con una o más de las figuras 6 a 8B, se puede generar un campo magnético mediante el transmisor de energía inalámbrico 600 (que tiene una antena de transmisión 604) para permitir la transferencia de energía inalámbrica desde el transmisor de energía inalámbrico 600 a un receptor inalámbrico de energía situado dentro del campo magnético generado.

[73] El bloque 1204 puede incluir identificar un primer nivel de uniformidad del campo magnético en base a una comparación de una pluralidad de mediciones del campo magnético en una pluralidad de ubicaciones en una superficie de carga del transmisor de energía inalámbrico. Por ejemplo, la tensión de circuito abierto puede medirse (identificarse) mediante la herramienta de prueba de campo 700 (con referencia a la figura 7A). Se puede inducir una tensión de CA, proporcional al campo magnético que atraviesa el área abarcada por un bucle de detección particular 704 de la herramienta de prueba de campo 700, entre los terminales de ese bucle conductor particular. En algunas implementaciones, el campo magnético se puede medir, por ejemplo, en veinte ubicaciones espaciadas uniformemente sobre la superficie de carga del transmisor de energía inalámbrico o en algún otro número de puntos que logre una buena cobertura de toda el área de carga. En algunas implementaciones, los veinte puntos pueden reemplazarse por treinta puntos o diez puntos. En algunas implementaciones, el número de ubicaciones de medición puede depender del tamaño de la superficie de carga y del tamaño de la antena transmisora, de modo que las mediciones proporcionen medidas precisas del campo magnético. En algunas implementaciones, el número de ubicaciones de medición puede depender del tamaño de la superficie de carga y de una distancia mínima entre ubicaciones de medición (por ejemplo, no más de 1 pulgada entre ubicaciones de medición para una superficie de carga de 4 pulgadas cuadradas puede utilizar 5 ubicaciones de medición). Alternativamente, la herramienta de prueba de campo 700 se puede usar para medir el rango de resistencia del transmisor de energía inalámbrico 600 o el rango de desplazamiento de reactancia del transmisor de energía inalámbrico 600, respectivamente.

[74] El bloque 1206 puede comprender comparar la pluralidad de mediciones del campo magnético con un rango predeterminado de valores para la pluralidad de ubicaciones en la superficie de carga del transmisor de energía inalámbrico, donde se determina que el campo magnético es uniforme si la pluralidad de mediciones del campo magnético está dentro del rango predeterminado de valores para una mayoría de la pluralidad de ubicaciones en la superficie de carga. Esto puede comprender comparar las tensiones de circuito abierto medidos en el bloque 1204 con el rango de valores especificado en las ubicaciones y determinar que las tensiones de circuito abierto están dentro del rango especificado. En una implementación, por ejemplo, el procedimiento 1200 puede ser realizado por el aparato 800 de la figura 8.

[75] El bloque 1208 puede comprender presentar una carga resistiva ajustable a la antena de transmisión dentro de un área. En algunas implementaciones, la carga puede ser una carga resistiva ajustable. En algunas de esas implementaciones, la carga puede ajustarse a un valor de resistencia predeterminado (por ejemplo, algún valor de resistencia máximo o mínimo que pueda ser presentado por un receptor). Como se ha descrito anteriormente, la carga resistiva ajustable puede variarse dentro de los valores máximos y mínimos para probar la capacidad del

transmisor inalámbrico de energía para mantener el campo magnético en ubicaciones descargadas dentro del campo magnético. En implementaciones en las que el transmisor de energía inalámbrico está configurado para proporcionar energía a múltiples receptores de energía inalámbricos, la prueba implementada por el procedimiento 1200 puede comprender una pluralidad de cargas presentadas al campo magnético. En algunas implementaciones, una o más de las cargas pueden ser cargas resistivas ajustables que se presentan al campo magnético de una vez.

[76] El bloque 1210 puede comprender identificar un segundo nivel de uniformidad del campo magnético mientras la carga se presenta a la antena de transmisión basándose en otra comparación de otra pluralidad de mediciones del campo magnético en ubicaciones de la pluralidad de ubicaciones fuera del área. Esto puede comprender el mismo proceso que el bloque 1204, realizado recién después de que la carga se presenta al campo magnético y en ubicaciones no cargadas por la carga.

[77] El bloque 1212 comprende comparar la pluralidad de mediciones del campo magnético con la otra pluralidad de mediciones del campo magnético después de presentar la carga a la antena transmisora para determinar si los niveles de uniformidad primero y segundo en las ubicaciones correspondientes están dentro de un rango umbral entre sí, para determinar si el transmisor de energía inalámbrico es capaz de mantener el campo magnético dentro de un rango en o por encima de un umbral después de que la carga resistiva se aplique al transmisor de energía inalámbrico dentro del campo magnético. En algunas implementaciones, si la segunda uniformidad (cargada) es esencialmente similar a la primera uniformidad (descargada), entonces el procedimiento 1200 puede determinar que el transmisor de energía inalámbrico que se está probando es capaz de mantener el campo magnético y, por lo tanto, supera la prueba de funcionamiento. Si la segunda uniformidad es esencialmente diferente a la primera uniformidad, entonces el procedimiento 1200 puede determinar que el transmisor de energía inalámbrico que se está probando no es capaz de mantener el campo magnético y, por lo tanto, no supera la prueba operativa.

[78] La figura 13 es un diagrama de flujo de un procedimiento ejemplar 1300 que implementa una prueba de diseño de un transmisor de energía inalámbrico, de acuerdo a una implementación ejemplar. Las etapas o acciones descritas en la figura 13 pueden implementar o utilizar cualquiera de los circuitos y / o dispositivos mostrados en cualquiera de las figuras 4 a 8.

[79] El bloque 1302 puede incluir generar un campo magnético a través de una antena de transmisión. Como se ha descrito anteriormente en relación con una o más de las figuras 6 a 8B, se puede generar un campo magnético mediante el transmisor de energía inalámbrico 600 (que tiene una antena de transmisión 604) para permitir la transferencia de energía inalámbrica desde el transmisor de energía inalámbrico 600 a un receptor inalámbrico de energía situado dentro del campo magnético generado.

[80] El bloque 1304 puede incluir identificar un primer nivel de uniformidad del campo magnético en base a una comparación de una pluralidad de mediciones del campo magnético en una pluralidad de ubicaciones en una superficie de carga del transmisor de energía inalámbrico. En algunas implementaciones, la primera uniformidad puede medirse en ubicaciones dentro del campo magnético en una superficie de carga del transmisor de energía inalámbrico. Por ejemplo, la tensión de circuito abierto puede medirse mediante la herramienta de prueba de campo 700 (con referencia a la figura 7A). Se puede inducir una tensión de CA, proporcional al campo magnético que atraviesa el área abarcada por un bucle de detección particular 704 de la herramienta de prueba de campo 700, entre los terminales de ese bucle conductor particular. Alternativamente, la herramienta de prueba de campo 700 se puede usar para medir el rango de resistencia del transmisor de energía inalámbrico 600 o el rango de desplazamiento de reactancia del transmisor de energía inalámbrico 600, respectivamente.

[81] El bloque 1306 puede comprender comparar la pluralidad de mediciones del campo magnético con un rango predeterminado de valores para la pluralidad de ubicaciones en la superficie de carga del transmisor de energía inalámbrico, donde se determina que el campo magnético es uniforme si la pluralidad de mediciones del campo magnético está dentro del rango predeterminado de valores para la mayoría de una pluralidad de ubicaciones en la superficie de carga. Esto puede comprender determinar que las tensiones de circuito abierto medidos en el bloque 1304 están dentro del rango especificado de valores en las ubicaciones de la superficie de carga dentro del campo magnético. En una implementación, por ejemplo, el procedimiento 1200 puede ser realizado por el aparato 800 de la figura 8.

[82] El bloque 1308 puede comprender presentar una carga de desplazamiento de reactancia ajustable a la antena de transmisión dentro de un área. En algunas implementaciones, la carga puede ser una carga de desplazamiento de reactancia ajustable. Esto difiere de la carga resistiva añadida en el procedimiento 1200 anterior. La carga de desplazamiento de reactancia representa o corresponde a una magnitud de reactancia que un receptor causaría en la antena de transmisión (actuando la carga como el receptor). El desplazamiento de reactancia puede ser causado por el material de la carga, donde un gran contenido de material metálico puede causar un desplazamiento capacitivo, mientras que un gran contenido de material permeable puede causar un desplazamiento inductivo. En algunas realizaciones, como se ha descrito anteriormente, la carga presentada al campo magnético puede ajustarse a un valor de reactancia capacitiva (es decir, simular un receptor con un gran contenido de metal) o inductiva (por ejemplo, simular un receptor con un gran contenido de ferrita o material permeable). Como se ha

descrito anteriormente, la carga puede variarse dentro de los valores máximos y mínimos para probar la capacidad del transmisor inalámbrico de energía para mantener el campo magnético en ubicaciones descargadas dentro del campo magnético. En implementaciones en las que el transmisor de energía inalámbrico está configurado para proporcionar energía a múltiples receptores de energía inalámbricos, la prueba implementada por el procedimiento 1300 puede comprender una pluralidad de cargas que se presentan al campo magnético. En algunas implementaciones, una o más de las cargas pueden comprender una carga de desplazamiento de reactancia ajustable donde las una o más cargas se aplican al campo magnético de una vez.

[83] El bloque 1310 puede comprender identificar un segundo nivel de uniformidad del campo magnético, mientras la carga se presenta a la antena de transmisión basándose en otra comparación de otra pluralidad de mediciones del campo magnético en ubicaciones de la pluralidad de ubicaciones fuera del área. Esto puede comprender el mismo proceso que el bloque 1304 realizado después de que se presenta la carga de desplazamiento de reactancia ajustable al campo magnético y en ubicaciones no cargadas por la carga de desplazamiento de reactancia ajustable.

[84] El bloque 1312 comprende comparar la pluralidad de mediciones del campo magnético con la otra pluralidad de mediciones del campo magnético después de presentar la carga a la antena transmisora para determinar si los niveles de uniformidad primero y segundo en las ubicaciones correspondientes están dentro de un rango umbral entre sí, para determinar si el transmisor de energía inalámbrico es capaz de mantener el campo magnético dentro del rango de valores después de que se ajuste el desplazamiento de reactancia. Si la segunda uniformidad (cargada) es esencialmente similar a la primera uniformidad (descargada), entonces el procedimiento 1300 puede determinar que el transmisor de energía inalámbrico que se está probando es capaz de mantener el campo magnético y, por lo tanto, supera la prueba de diseño. Si la segunda uniformidad es esencialmente diferente de la primera uniformidad, entonces el procedimiento 1300 puede determinar que el transmisor de energía inalámbrico que se está probando no es capaz de mantener el campo magnético y, por lo tanto, no supera la prueba de diseño.

[85] Como se ha descrito anteriormente, mantener el campo magnético generado por el transmisor inalámbrico de energía (por ejemplo, la antena transmisora) puede corresponder a ser capaz el transmisor inalámbrico de energía de mantener su corriente de bucle transmisor mientras está sujeto a una carga máxima por uno o más receptores inalámbricos de energía. Esto puede aplicarse tanto a las pruebas de desplazamiento resistivas como a las reactivas. El mantenimiento de la corriente de bucle transmisor puede corresponder a mantener la corriente del bucle transmisor por encima de un umbral definido (por ejemplo, más del 25% o 50% de la corriente de bucle transmisor descargada, o con una corriente suficiente para transferir de forma inalámbrica una magnitud mínima de energía a una distancia mínima, etc.).

[86] Las diversas operaciones de los procedimientos descritos anteriormente pueden llevarse a cabo por cualquier medio adecuado capaz de realizar las operaciones, tales como diversos componentes, circuitos y/o módulos de hardware y/o software. En general, cualquier operación ilustrada en las Figuras puede llevarse a cabo mediante medios funcionales correspondientes, capaces de realizar las operaciones.

[87] La información y las señales pueden representarse usando cualquiera entre una amplia variedad de tecnologías y técnicas diferentes. Por ejemplo, los datos, las instrucciones, los comandos, la información, las señales, los bits, los símbolos y los elementos que puedan haber sido mencionados a lo largo de la descripción anterior pueden representarse mediante tensiones, corrientes, ondas electromagnéticas, campos o partículas magnéticos, campos o partículas ópticos o cualquier combinación de los mismos.

[88] Los diversos bloques lógicos, módulos, circuitos y etapas de algoritmo ilustrativos, descritos en relación con las implementaciones divulgadas en el presente documento pueden implementarse como hardware electrónico, software informático o combinaciones de ambos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software, anteriormente se han descrito diversos componentes, bloques, módulos, circuitos y etapas ilustrativos, en general, en lo que respecta a su funcionalidad. Si dicha funcionalidad se implementa como hardware o software depende de la aplicación particular y de las restricciones de diseño impuestas al sistema global. La funcionalidad descrita puede implementarse de formas distintas para cada aplicación particular, pero no debería interpretarse que dichas decisiones de implementación causan un alejamiento del alcance de la divulgación.

[89] Los diversos bloques, módulos y circuitos ilustrativos descritos en relación con las implementaciones divulgadas en el presente documento pueden implementarse o realizarse con un procesador de propósito general, con un procesador de señales digitales (DSP), con un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), con una matriz de compuertas programables en el terreno (FPGA) o con otro dispositivo de lógica programable, compuerta discreta o lógica de transistor, componentes de hardware discretos, o con cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en el presente documento. Un procesador de propósito general puede ser un microprocesador pero, de forma alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, micro-controlador o máquina de estados convencional. Un procesador también puede implementarse como una combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una

pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores junto con un núcleo de DSP o cualquier otra configuración de este tipo.

[90] Las etapas de un procedimiento y las funciones descritas en relación con las implementaciones divulgadas en este documento pueden realizarse directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador de hardware o en una combinación de los dos. Si se implementan en software, las funciones, como una o más instrucciones o código, pueden almacenarse en, o transmitirse por, un medio no transitorio tangible, legible por ordenador. Un módulo de software puede residir en memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria flash, memoria de solo lectura (ROM), memoria ROM eléctricamente programable (EPROM), memoria ROM programable eléctricamente borrrable (EEPROM), registros, un disco duro, un disco extraíble, un CD-ROM o en cualquier otra forma de medio de almacenamiento conocida en la técnica. Un medio de almacenamiento está acoplado al procesador de hardware de modo que el procesador de hardware pueda leer información desde, y escribir en, el medio de almacenamiento. De forma alternativa, el medio de almacenamiento puede estar integrado en el procesador de hardware. Los discos, como se usan en el presente documento, incluyen un disco compacto (CD), un disco láser, un disco óptico, un disco versátil digital (DVD), un disco flexible y un disco Blu-ray, donde algunos discos reproducen usualmente los datos magnéticamente, mientras que otros discos reproducen los datos ópticamente con láseres. Las combinaciones de lo anterior deberían incluirse también dentro del alcance de los medios legibles por ordenador. El procesador de hardware y el medio de almacenamiento pueden residir en un ASIC.

[91] Con el fin de resumir la divulgación, ciertos aspectos, ventajas y características novedosas se han descrito en la presente memoria. Ha de entenderse que no necesariamente todas dichas ventajas se pueden lograr de acuerdo a cualquier implementación particular. Por lo tanto, la invención puede realizarse o llevarse a cabo de una manera que logre u optimice una ventaja o un grupo de ventajas, según se enseña en el presente documento, sin lograr necesariamente otras ventajas, según se pueda enseñar o sugerir en el presente documento.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para probar un transmisor de energía inalámbrico (104, 204), que comprende:
5 generar un campo magnético a través de una antena transmisora (114, 214);

 medir una pluralidad de valores indicativos de una magnitud del campo magnético en una pluralidad de
 ubicaciones de una superficie de carga del transmisor de energía inalámbrico; y **caracterizado por**:
10 determinar que la pluralidad de valores indicativos de la magnitud del campo magnético está dentro de un
 rango predeterminado de valores en la pluralidad de ubicaciones.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la pluralidad de valores comprende una pluralidad de
15 tensiones de circuito abierto de un circuito de prueba configurado para colocarse selectivamente en la
 pluralidad de ubicaciones.
3. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además:

20 presentar una carga a la antena de transmisión en un área mediante un dispositivo externo configurado
 para acoplarse al campo magnético;

 medir otra pluralidad de valores indicativos de la magnitud del campo magnético en ubicaciones entre la
 pluralidad de ubicaciones fuera del área; y
25 determinar que la otra pluralidad de valores está dentro del rango predeterminado de valores.
4. El procedimiento de la reivindicación 3, en el que los valores de la otra pluralidad de valores después de que
30 el dispositivo externo se presenta a la antena transmisora están dentro de un rango umbral de valores
 correspondientes de la pluralidad de valores antes de que el dispositivo externo se presente a la antena
 transmisora.
5. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además:

35 ajustar una resistencia presentada a la antena de transmisión mediante un dispositivo externo configurado
 para acoplarse al campo magnético entre un rango predeterminado de resistencias;

 medir otra pluralidad de valores indicativos de la magnitud del campo magnético en otra pluralidad de
 ubicaciones donde el dispositivo externo no se presenta a la antena transmisora a medida que la
 resistencia se ajusta entre el rango predeterminado de resistencias; y
40 determinar que la pluralidad de valores está dentro del rango predeterminado de valores.
6. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además:

45 ajustar una resistencia presentada a la antena de transmisión mediante una pluralidad de dispositivos
 externos configurados para acoplarse al campo magnético entre un rango predeterminado de
 resistencias;

50 medir otra pluralidad de valores indicativos de la magnitud del campo magnético en otra pluralidad de
 ubicaciones donde la pluralidad de dispositivos externos no se presentan a la antena transmisora a
 medida que la resistencia se ajusta entre el rango predeterminado de resistencias; y

 determinar que la pluralidad de valores está dentro del rango predeterminado de valores.
- 55 7. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además:

 ajustar un desplazamiento de reactancia presentado a la antena de transmisión mediante un dispositivo
 externo configurado para acoplarse al campo magnético entre un rango predeterminado de
 desplazamientos de reactancia;
60 medir otra pluralidad de valores indicativos de la magnitud del campo magnético en otra pluralidad de
 ubicaciones donde el dispositivo externo no se presenta a la antena transmisora cuando el cambio de
 reactancia se ajusta entre el rango predeterminado de desplazamientos de reactancia; y

65 determinar que la pluralidad de valores está dentro del rango predeterminado de valores.

8. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además:

ajustar un desplazamiento de reactancia presentado a la antena de transmisión mediante una pluralidad de dispositivos externos configurados para acoplarse al campo magnético entre un rango predeterminado de desplazamientos de reactancia;

medir otra pluralidad de valores indicativos de la magnitud del campo magnético en otra pluralidad de ubicaciones donde la pluralidad de dispositivos externos no se presentan a la antena transmisora cuando el cambio de reactancia se ajusta entre el rango predeterminado de desplazamientos de reactancia; y

determinar que la pluralidad de valores está dentro del rango predeterminado de valores.

9. El procedimiento de la reivindicación 7, en el que ajustar el desplazamiento de reactancia comprende ajustar el desplazamiento de reactancia para que sea al menos uno entre más capacitivo o más inductivo.

10. Un sistema para probar un transmisor de energía inalámbrico (104, 204), que comprende:

medios para medir una pluralidad de valores indicativos de una magnitud de un campo magnético generado por una antena de transmisión (114, 214) del transmisor de energía inalámbrico en una pluralidad de ubicaciones de una superficie de carga del transmisor de energía inalámbrico; y **caracterizado por:**

medios para determinar que la pluralidad de valores indicativos de la magnitud del campo magnético está dentro de un rango predeterminado de valores en la pluralidad de ubicaciones.

11. El sistema de la reivindicación 10, que comprende además medios para acoplarse al campo magnético configurado para presentar a la antena de transmisión en un área y en el que los medios para medir están configurados además para medir otra pluralidad de valores indicativos de la magnitud del campo magnético en ubicaciones de la pluralidad de ubicaciones fuera del área y en donde los medios para determinar están configurados además para determinar que la otra pluralidad de valores está dentro del rango predeterminado de valores.

12. El sistema de la reivindicación 11, en el que los medios para el acoplamiento comprenden una carga resistiva y en el que los medios para determinar están configurados además para determinar si el transmisor de energía inalámbrico es capaz de mantener el campo magnético dentro de un rango o por encima de un umbral después de que la carga resistiva es presentada al transmisor de energía inalámbrico dentro del campo magnético.

13. El sistema de la reivindicación 12, en el que la carga resistiva se presenta mediante un dispositivo externo y en el que el dispositivo externo está configurado para variar la carga resistiva desde un valor mínimo a un valor máximo.

14. El sistema de la reivindicación 10, que comprende además:

medios para acoplarse al campo magnético entre un rango predeterminado de desplazamientos de reactancia, configurados para ser presentados a la antena transmisora, en donde

los medios para medir están configurados además para medir otra pluralidad de valores indicativos de la magnitud del campo magnético en otra pluralidad de ubicaciones donde los medios para el acoplamiento no se presentan a la antena de transmisión, ya que el desplazamiento de reactancia se ajusta entre el rango predeterminado de desplazamientos de reactancia y en donde los medios para determinar están configurados además para determinar que la pluralidad de valores está dentro del rango predeterminado de valores.

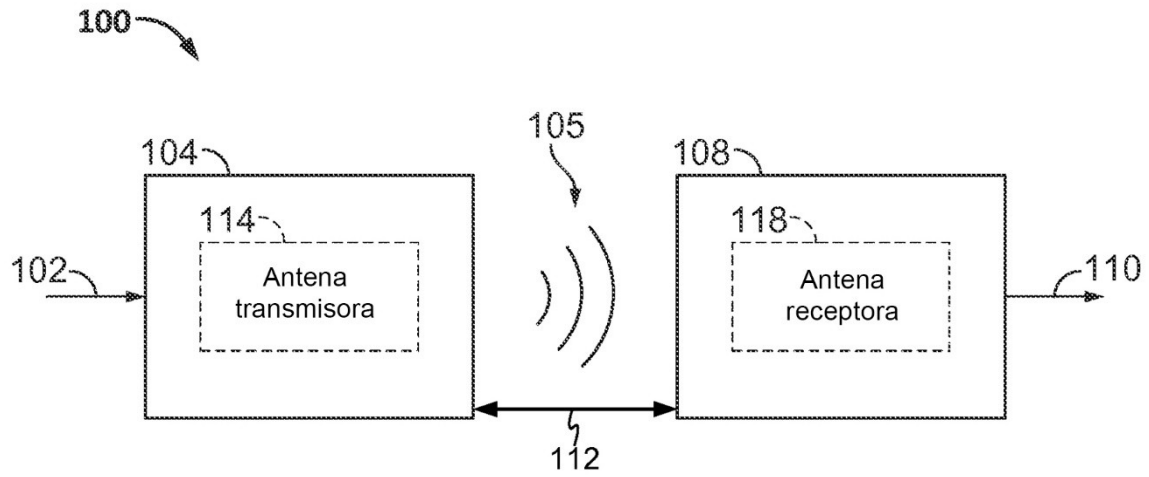


FIG. 1

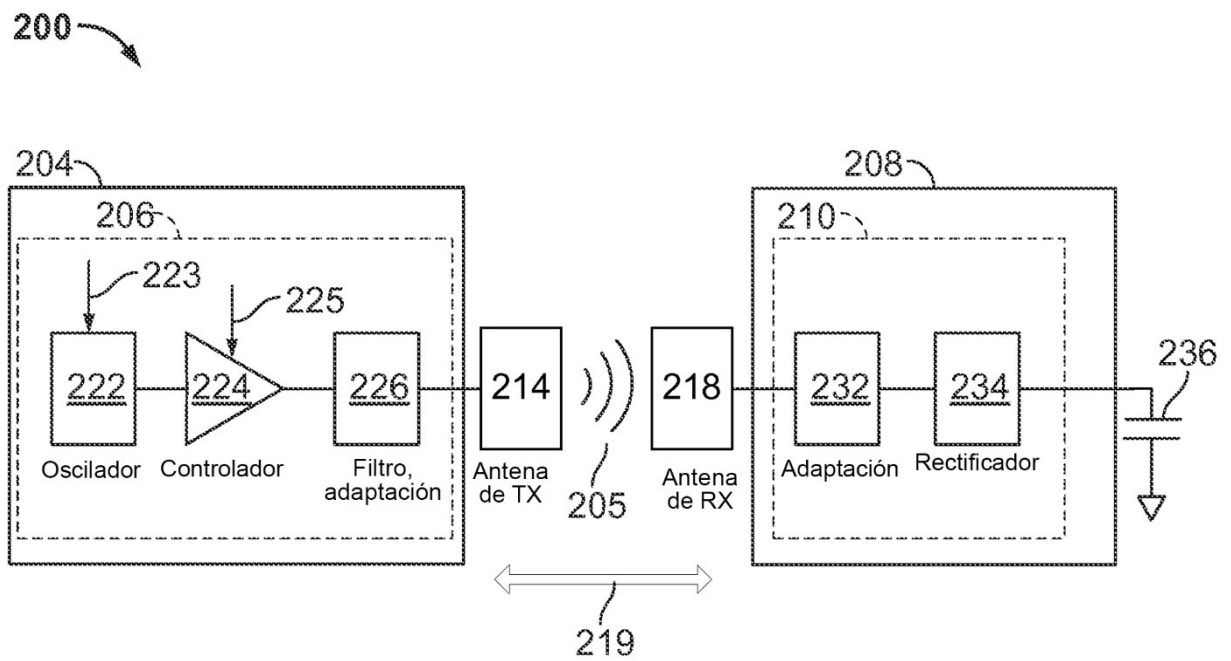


FIG. 2

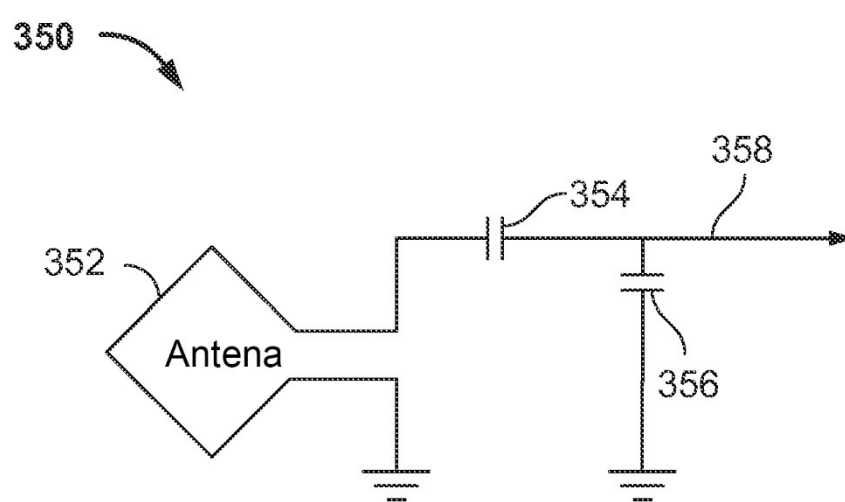


FIG. 3

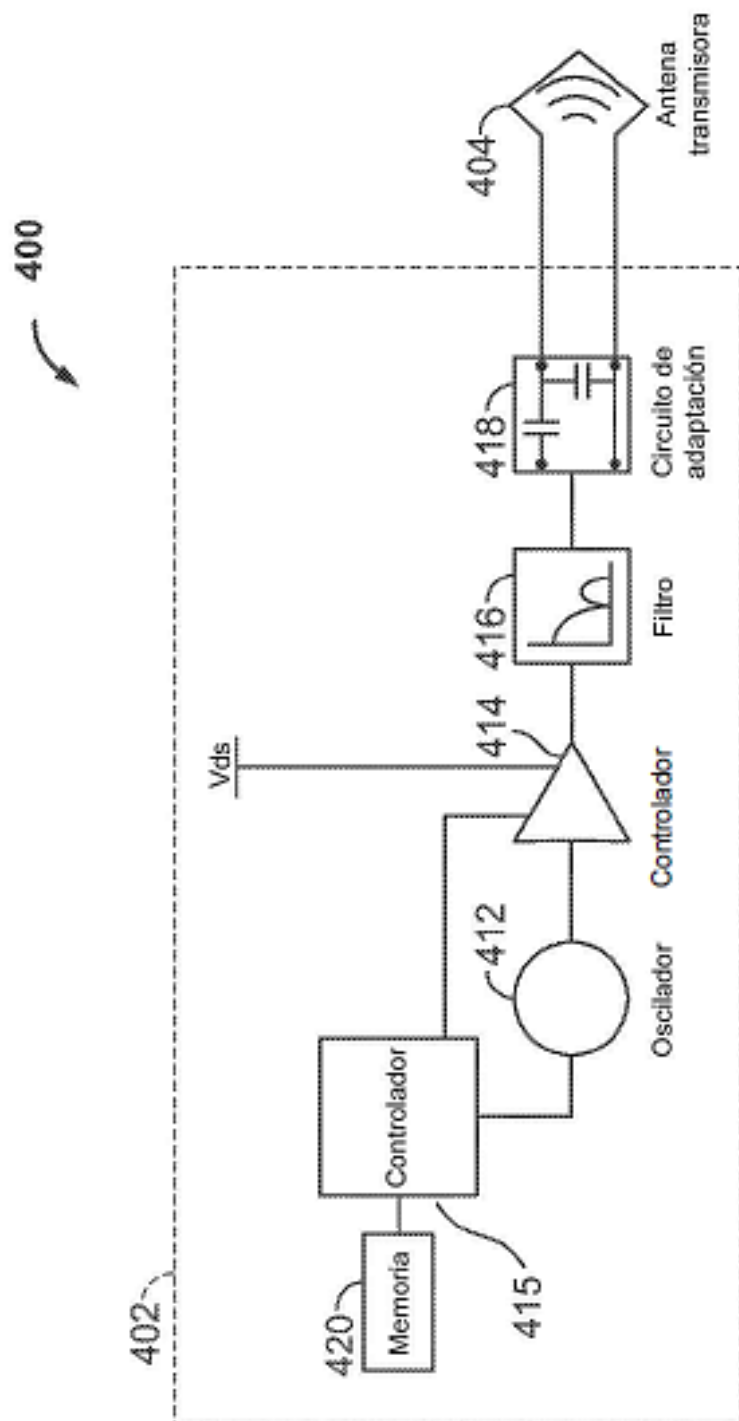


FIG. 4

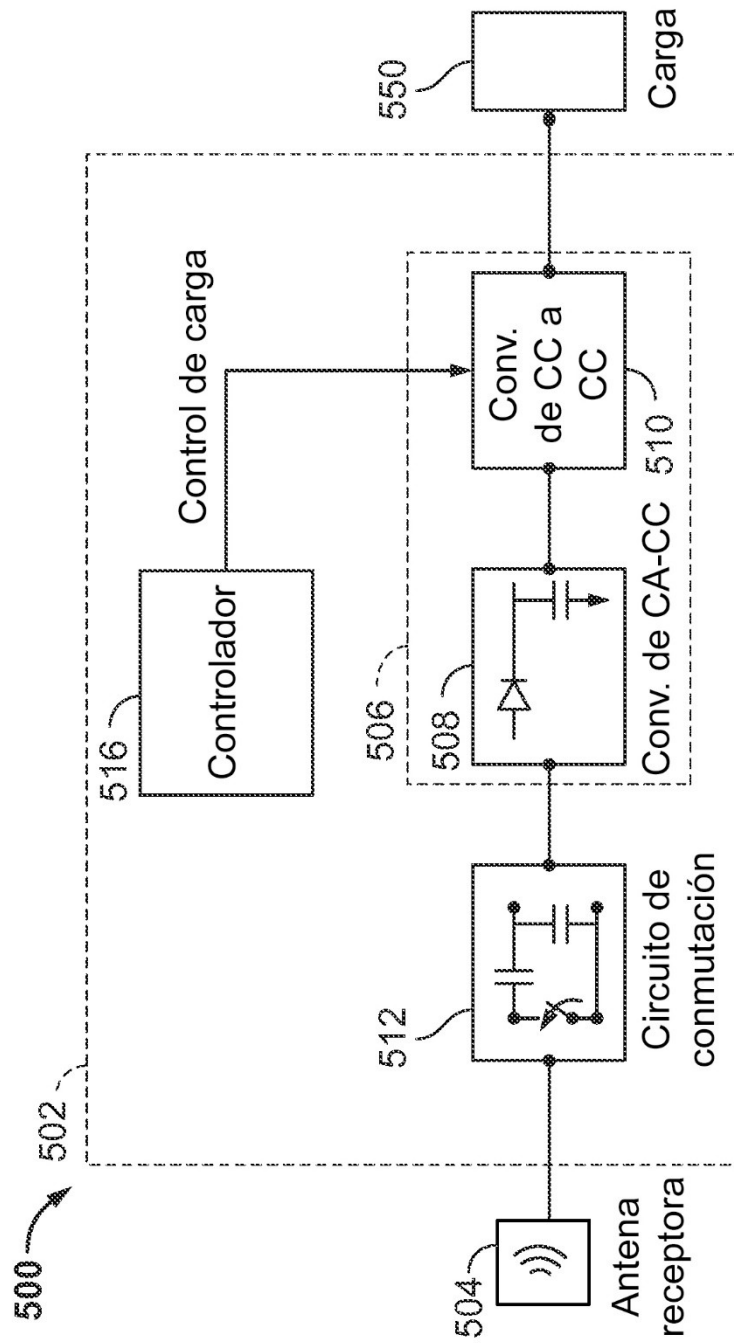


FIG. 5

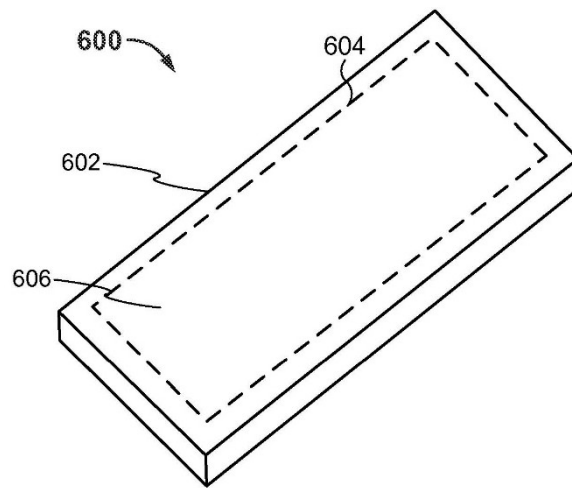


FIG. 6

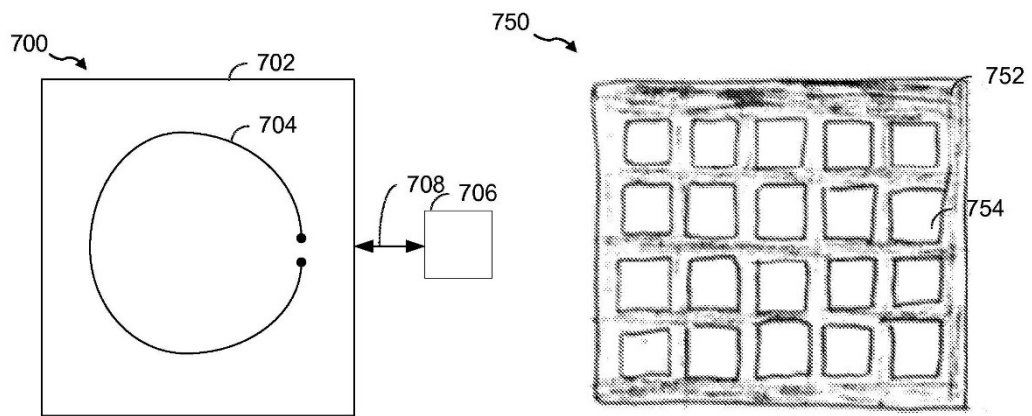


FIG. 7A

FIG. 7B

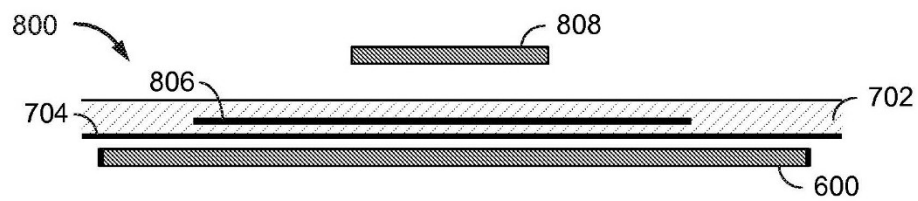


FIG. 8

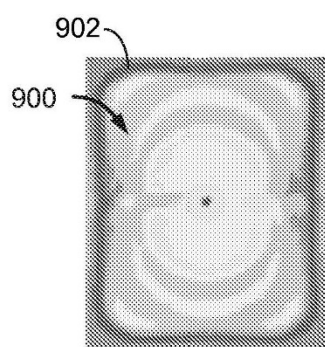


FIG. 9A

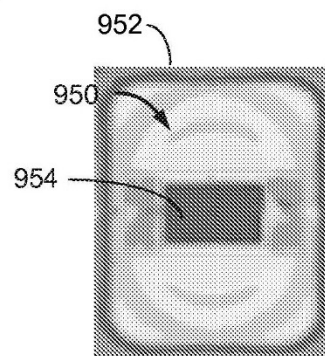


FIG. 9B

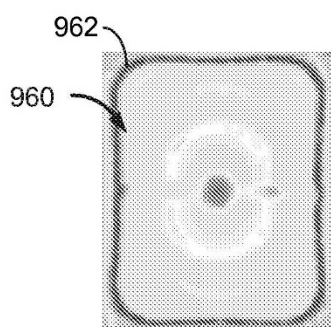


FIG. 9C

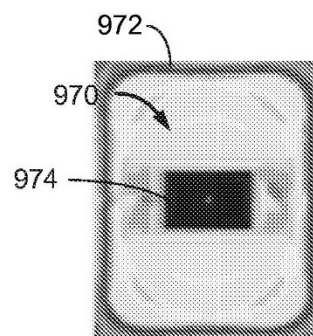


FIG. 9D

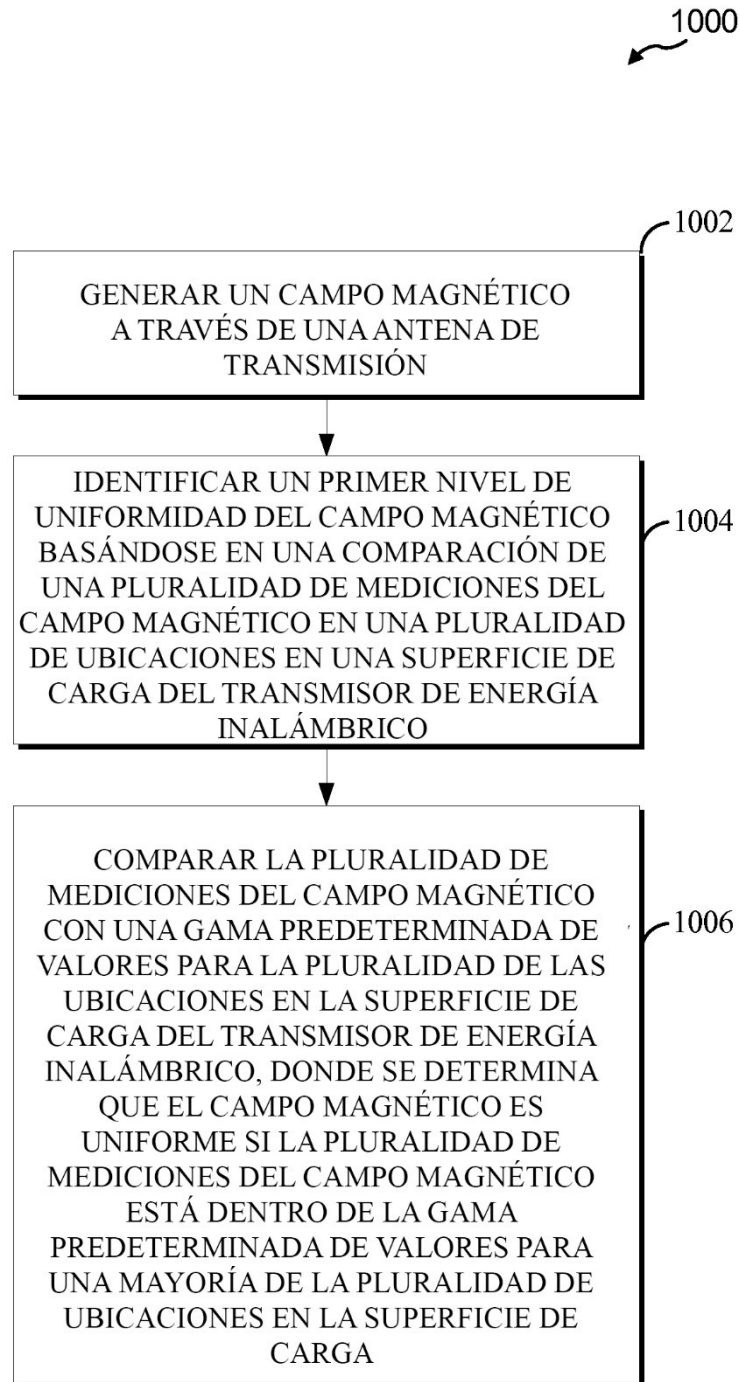


FIG. 10

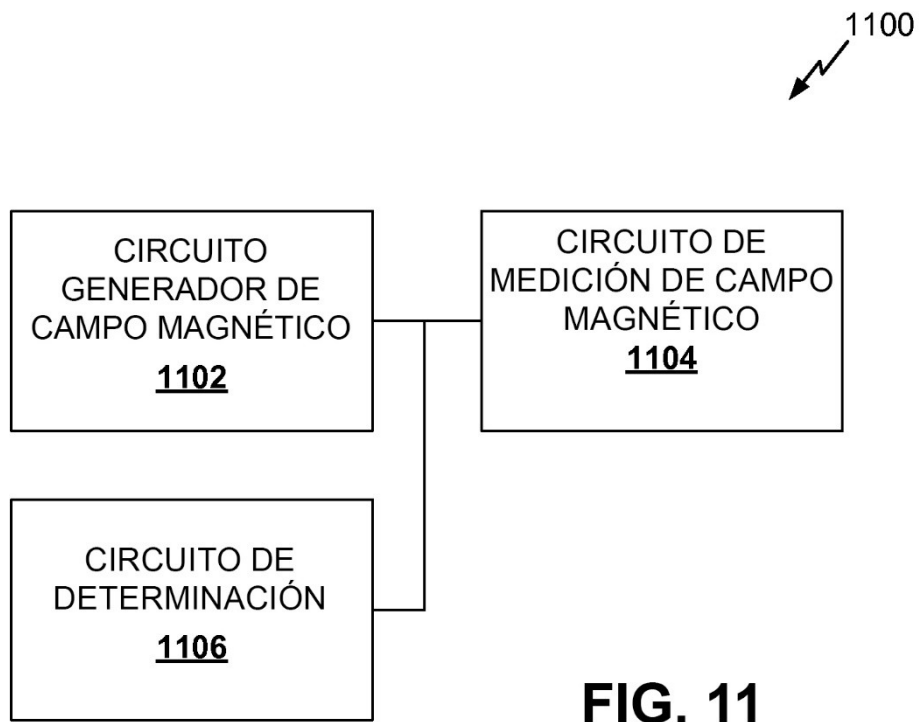


FIG. 11

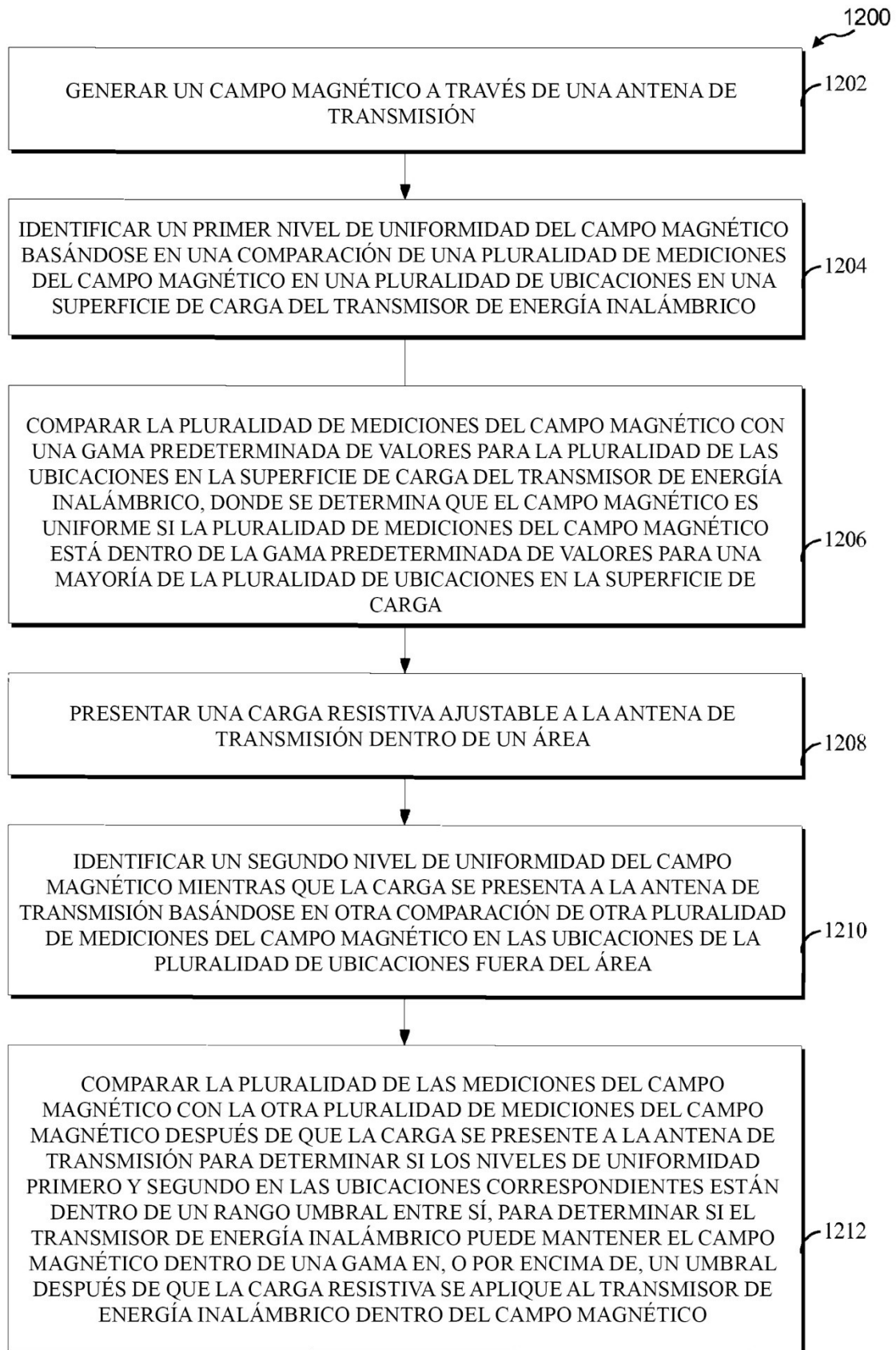


FIG. 12

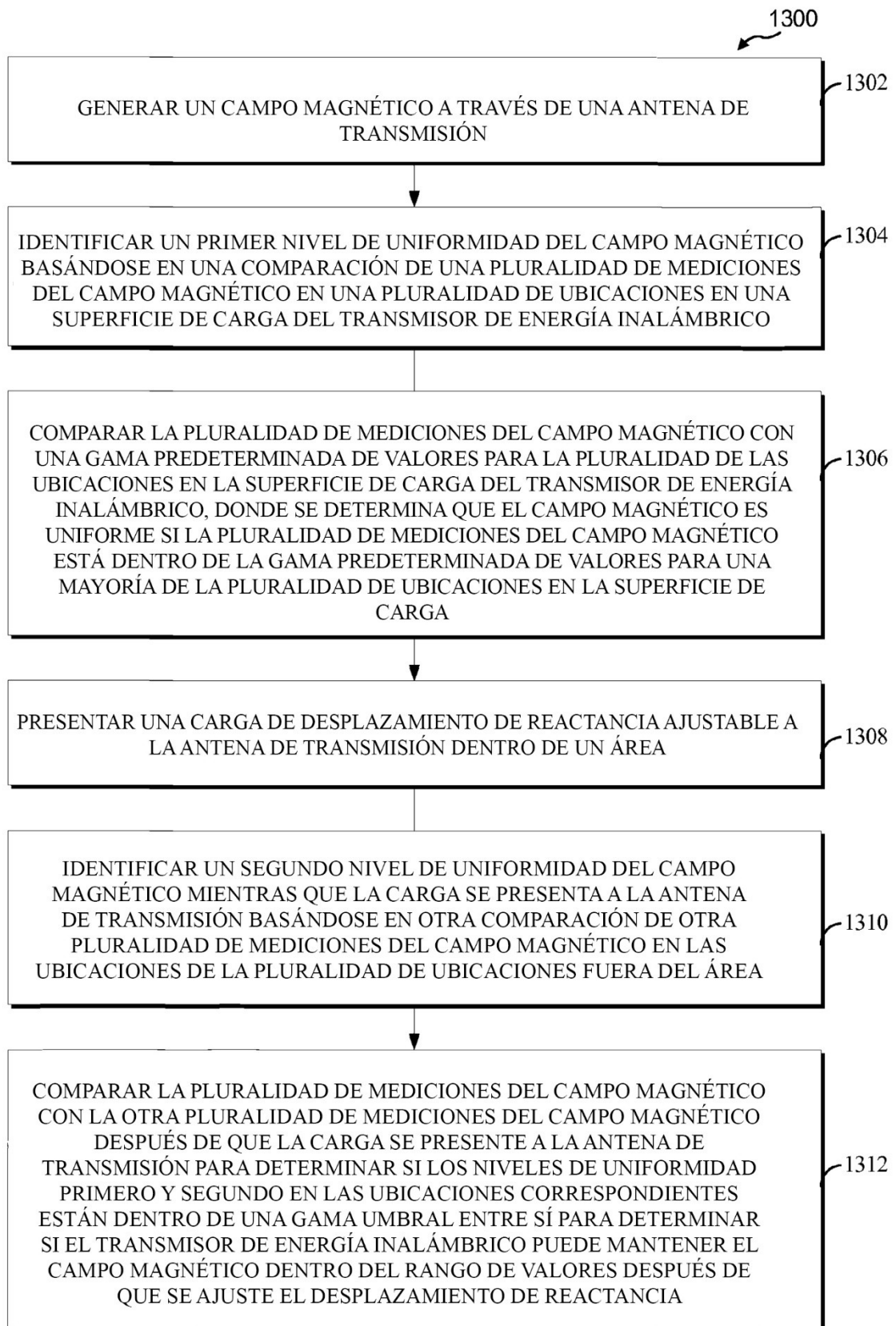


FIG. 13