

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 699 405**

51 Int. Cl.:

H04B 5/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.09.2013 PCT/US2013/060676**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.04.2014 WO14052161**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.09.2013 E 13770797 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.09.2018 EP 2901564**

54 Título: **Sistemas y procedimientos para detectar características de transmisión inalámbrica de carga**

30 Prioridad:

28.09.2012 US 201261707743 P
13.03.2013 US 201313801981

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

11.02.2019

73 Titular/es:

QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
Attn: International IP Administration 5775
Morehouse Drive
San Diego, CA 92121, US

72 Inventor/es:

MAYO, GABRIEL ISAAC;
TSENG, RYAN y
KALLAL, EDWARD KENNETH

74 Agente/Representante:

FORTEA LAGUNA, Juan José

ES 2 699 405 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

Sistemas y procedimientos para detectar características de transmisión inalámbrica de carga.

5 CAMPO

[0001] La presente divulgación se refiere, en general, a energía inalámbrica. Más específicamente, la divulgación está dirigida a detectar características de transmisión en sistemas de energía inalámbricos.

10 ANTECEDENTES

[0002] Un número y una variedad creciente de dispositivos electrónicos reciben alimentación por medio de baterías recargables. Entre dichos dispositivos se incluyen teléfonos móviles, reproductores de música portátiles, ordenadores portátiles, ordenadores tipo tableta, dispositivos informáticos periféricos, dispositivos de comunicación (por ejemplo, dispositivos Bluetooth), cámaras digitales, audífonos y similares. Si bien la tecnología de las baterías ha mejorado, los dispositivos electrónicos alimentados por medio de baterías requieren y consumen cada vez más mayores cantidades de energía, por lo que deben recargarse a menudo. Los dispositivos recargables a menudo se cargan mediante conexiones cableadas con cables u otros conectores similares que estén conectados de forma física a una fuente de alimentación. Los cables y conectores similares pueden ser incómodos o engorrosos a veces y tener otros inconvenientes. Los sistemas de carga inalámbricos que son capaces de transferir energía en el espacio libre que se utilizarán para cargar dispositivos electrónicos recargables o proporcionar alimentación a dispositivos electrónicos pueden resolver algunas de las irregularidades de las soluciones de carga por cable. Así pues, son deseables sistemas y procedimientos de transferencia inalámbrica de energía que transfieren energía de manera eficiente y segura a los dispositivos electrónicos.

[0003] La publicación de la solicitud internacional de patente número WO 2012/112703 se refiere a sistemas y procedimientos para controlar la energía de salida de un transmisor de energía inalámbrico. La publicación de la solicitud de patente de EE.UU. número US 2007/035356 se refiere a la detección integrada de impedancia de carga para redes de adaptación sintonizables. La publicación de la solicitud internacional de patente número WO 2009/081115 se refiere a la transferencia de energía inductiva.

SUMARIO

[0004] Diversas implementaciones de sistemas, procedimientos y dispositivos dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas tienen, cada una, varios aspectos, ninguno de los cuales es responsable individualmente 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.

[0005] Un aspecto de la divulgación proporciona un procedimiento para detectar una característica de transmisión en un dispositivo de transmisión inalámbrica de energía. El dispositivo incluye un elemento en serie acoplado eléctricamente a una bobina de transmisión. El procedimiento incluye determinar las componentes real e imaginaria de una primera tensión en un primer terminal del elemento en serie. El procedimiento incluye, además, la determinación de las componentes real e imaginaria de una segunda tensión en un segundo terminal del elemento en serie. El procedimiento incluye, además, la determinación de las componentes real e imaginaria de una corriente a través del elemento en serie, en función de las tensiones primera y segunda determinadas. El procedimiento incluye, además, determinar una característica de transmisión basada en las tensiones determinadas y la corriente determinada. El procedimiento incluye, además, ajustar una característica de una transmisión inalámbrica de energía basándose en la característica de transmisión determinada.

[0006] Otro aspecto innovador de la presente divulgación incluye un dispositivo inalámbrico. El dispositivo incluye una bobina de transmisión configurada para transmitir energía inalámbrica a un receptor. El dispositivo incluye, además, un generador de reloj en cuadratura configurado para generar señales de reloj en fase (I) y en cuadratura (Q). El dispositivo incluye, además, un elemento en serie acoplado eléctricamente a la bobina de transmisión. El dispositivo incluye, además, un primer mezclador configurado para multiplicar al menos una señal en un primer terminal del elemento en serie por una de las señales I y Q. El dispositivo incluye, además, un segundo mezclador configurado para multiplicar al menos una señal en un segundo terminal del elemento en serie por una de las señales I y Q.

[0007] Otro aspecto innovador de la presente divulgación incluye un aparato para detectar una característica de transmisión en un dispositivo de transmisión inalámbrica de energía. El dispositivo incluye un elemento en serie acoplado eléctricamente a una bobina de transmisión. El aparato incluye medios para determinar las componentes real e imaginaria de una primera tensión en un primer terminal del elemento en serie. El aparato incluye, además, medios para determinar las componentes real e imaginaria de una segunda tensión en un segundo terminal del elemento en serie. El aparato incluye, además, medios para determinar las componentes real e imaginaria de una corriente a través del elemento en serie, en base a las tensiones primera y segunda determinadas. El aparato incluye, además, medios para determinar una característica de transmisión en base a las tensiones determinadas

y a la corriente determinada. El aparato incluye, además, medios para ajustar una característica de una transmisión inalámbrica de energía basada en la característica de transmisión determinada.

5 **[0008]** Otro aspecto innovador de la presente divulgación incluye un medio legible por ordenador no transitorio que incluye un código que, cuando se ejecuta, hace que un aparato determine las componentes real e imaginaria de una primera tensión en un primer terminal de un elemento en serie. El elemento en serie está acoplado eléctricamente a una bobina de transmisión. El medio incluye, además, un código que, cuando se ejecuta, hace que el aparato determine las componentes real e imaginaria de una segunda tensión en un segundo terminal del elemento en serie. El medio incluye, además, un código que, cuando se ejecuta, hace que el aparato determine las componentes real e imaginaria de una corriente a través del elemento en serie, en base a las tensiones primera y segunda determinadas. El medio incluye, además, código que, cuando se ejecuta, hace que el aparato determine una característica de transmisión basada en las tensiones determinadas y la corriente determinada. El medio incluye, además, un código que, cuando se ejecuta, hace que el aparato ajuste una característica de una transmisión inalámbrica de energía basándose en la característica de transmisión determinada.

15 **[0009]** Los detalles de una o más implementaciones de la materia objeto, descrita en esta memoria descriptiva, se exponen en los dibujos adjuntos y en 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.

20 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

[0010]

25 La figura 1 es un diagrama de bloques funcionales de un sistema de transferencia inalámbrica de energía a modo de ejemplo, de acuerdo con modos de realización a modo de ejemplo de la invención.

30 La figura 2 es un diagrama de bloques funcionales de componentes a modo de ejemplo que puede usarse en el sistema de transferencia inalámbrica de energía de la figura 1, de acuerdo con diversos modos de realización a modo de ejemplo de la invención.

35 La figura 3 es un diagrama esquemático de una parte de la circuitería de transmisión o de la circuitería de recepción de la figura 2, que incluye una bobina de transmisión o recepción, de acuerdo con modos de realización a modo de ejemplo de la invención.

La figura 4 es un diagrama de bloques funcionales de un transmisor que puede usarse en un sistema de transferencia inalámbrica de energía de la figura 1, de acuerdo con modos de realización a modo de ejemplo de la invención.

40 La figura 5 es un diagrama de bloques funcionales de un receptor que puede usarse en el sistema de transferencia inalámbrica de energía de la figura 1, de acuerdo con modos de realización a modo de ejemplo de la invención.

45 La figura 6 es un diagrama esquemático de una parte de la circuitería de transmisión que puede usarse en la circuitería de transmisión de la figura 4.

50 La figura 7 es un diagrama de bloques funcionales de una parte de la circuitería de transmisión que puede usarse en el sistema de transferencia inalámbrica de energía de la figura 1, de acuerdo con realizaciones a modo de ejemplo de la invención.

La figura 8 es un diagrama de bloques funcionales de un mezclador que puede usarse en el sistema de transferencia inalámbrica de energía de la figura 1, de acuerdo con modos de realización a modo de ejemplo de la invención.

55 La figura 9 es un diagrama de bloques funcionales de una parte de la circuitería de transmisión que puede usarse en el sistema de transferencia inalámbrica de energía de la figura 1, de acuerdo con otro modo de realización a modo de ejemplo de la invención.

60 La figura 10 es un diagrama de flujo de un procedimiento a modo de ejemplo de transmisión inalámbrica de energía.

La figura 11 es un diagrama de bloques funcionales de un aparato para detectar una característica de transmisión, de acuerdo con un modo de realización de la invención.

65 **[0011]** Las diversas características ilustradas en los dibujos pueden no estar trazadas a escala. Por consiguiente, las dimensiones de las diversas características pueden ampliarse o reducirse de forma arbitraria para una 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, pueden usarse números de referencia similares para indicar características similares a lo largo de la memoria descriptiva y de las figuras.

5 **DESCRIPCIÓN DETALLADA**

10 **[0012]** La descripción detallada expuesta a continuación en conexión con los dibujos adjuntos está prevista como una descripción de modos de realización a modo de ejemplo de la invención y no está prevista para representar los únicos modos de realización en los cuales la invención pueda llevarse a la práctica. La expresión "a modo de ejemplo" usada a lo largo de esta descripción significa "que sirve de ejemplo, caso o ilustración" y no debería interpretarse necesariamente como preferente o ventajosa con respecto a otros modos de realización a modo de ejemplo. La descripción detallada incluye detalles específicos para el propósito de facilitar la plena comprensión de los modos de realización a modo de ejemplo de la presente invención. En algunos casos, algunos dispositivos se muestran en forma de diagrama de bloques.

15 **[0013]** La transmisión inalámbrica de energía puede referirse a la transferencia de cualquier forma de energía asociada con campos eléctricos, campos magnéticos, campos electromagnéticos o de otra forma desde un transmisor hasta un receptor sin el uso de conductores eléctricos físicos (por ejemplo, la energía puede transferirse a través del espacio libre). La energía producida en un campo inalámbrico (por ejemplo, un campo magnético) puede recibirse, capturarse u acoplarse mediante una "bobina receptora" para lograr la transferencia de energía.

20 **[0014]** La figura 1 es un diagrama de bloques funcionales de un sistema de transferencia inalámbrica de energía 100 a modo de ejemplo, de acuerdo con modos de realización a modo de ejemplo de la invención. Se puede proporcionar una energía de entrada 102 a un transmisor 104 desde una fuente de alimentación (no mostrada) para generar un campo 105 para proporcionar la transferencia de energía. Un receptor 108 puede acoplarse al campo 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. En un modo de realización a modo de ejemplo, el transmisor 104 y el receptor 108 están configurados de acuerdo con una relación de resonancia mutua. Cuando la frecuencia de resonancia del receptor 108 y la frecuencia de resonancia del transmisor 104 son sustancialmente las mismas o muy próximas, las pérdidas de transmisión entre el transmisor 104 y el receptor 108 son mínimas. Así pues, la transferencia inalámbrica de energía puede proporcionarse a una distancia mayor en comparación con soluciones puramente inductivas que pueden requerir bobinas grandes que requieren que las bobinas estén muy próximas (por ejemplo, mm). 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.

25 **[0015]** El receptor 108 puede recibir energía cuando el receptor 108 está situado en un campo de energía 105 producido por el transmisor 104. El campo 105 corresponde a una región en la que la energía emitida por el transmisor 104 puede ser capturada por el receptor 105. En algunos casos, el campo 105 puede corresponder al "campo cercano" del transmisor 104, tal como se describirá adicionalmente a continuación. El transmisor 104 puede incluir una bobina de transmisión 114 para generar una transmisión de energía. El receptor 108 incluye, además, una bobina de recepción 118 para recibir o capturar energía de la transmisión de energía. El campo cercano puede corresponder a una región en la que existen fuertes campos reactivos resultantes de las corrientes y las cargas en la bobina transmisora 114, que irradian energía mínimamente hacia el exterior de la bobina transmisora 114. En algunos casos, el campo cercano puede corresponder a una región que está dentro de aproximadamente una longitud de onda (o una fracción de la misma) de la bobina de transmisión 114. Las bobinas de transmisión y recepción 114 y 118 se dimensionan de acuerdo con las aplicaciones y dispositivos que se asociarán con las mismas. Como se ha descrito anteriormente, puede producirse una transferencia de energía eficiente mediante el acoplamiento de una gran parte de la energía en un campo 105 de la bobina de transmisión 114 a una bobina de recepción 118, en lugar de propagar la mayor parte de la energía en una onda electromagnética al campo lejano. Cuando se coloca dentro del campo 105, puede desarrollarse un "modo de acoplamiento" entre la bobina de transmisión 114 y la bobina de recepción 118. El área alrededor de las bobinas de transmisión y recepción 114 y 118 donde este acoplamiento puede producirse se denomina en el presente documento una región en modo de acoplamiento.

30 **[0016]** La figura 2 es un diagrama de bloques funcionales de componentes a modo de ejemplo que puede usarse en el sistema 100 de transferencia inalámbrica de energía de la figura 1, de acuerdo con diversos modos de realización a modo de ejemplo de la invención. El transmisor 204 puede incluir circuitería de transmisión 206, que puede incluir un oscilador 222, un circuito de activación 224 y un circuito de filtrado y adaptación 226. El oscilador 222 se puede configurar para generar una señal a una frecuencia deseada, tal como 468,75 KHz, 6,78 MHz o 13,56 MHz que puede ajustarse en respuesta a una señal de control de frecuencia 223. La señal del oscilador puede proporcionarse a un circuito de activación 224 configurado para activar la bobina de transmisión 214 a, por ejemplo, una frecuencia de resonancia de la bobina de transmisión 214. El circuito de activación 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 de activación 224 puede ser un amplificador de clase E. El circuito de filtrado y

adaptación 226 puede incluirse también para filtrar los armónicos u otras frecuencias no deseadas y adaptar la impedancia del transmisor 204 a la bobina de transmisión 214.

5 **[0017]** El receptor 208 puede incluir circuitería de recepción 210 que puede incluir un circuito de adaptación 232 y un circuito rectificador y de conmutación 234 para generar una salida de energía de CC a partir de una entrada de energía de CA para cargar una batería 236 como se muestra en la figura 2 o para alimentar un dispositivo (no mostrado) acoplado al receptor 108. El circuito de adaptación 232 puede incluirse para adaptar la impedancia de la circuitería de recepción 210 a la bobina de recepción 218. El receptor 208 y el transmisor 204 pueden comunicarse, además, en un canal de comunicación 219 independiente (por ejemplo, Bluetooth, ZigBee, celular, etc.). El receptor 208 y el transmisor 204 pueden comunicarse de forma alternativa mediante señalización en banda usando características del campo inalámbrico 206.

15 **[0018]** Como se describe en mayor detalle a continuación, el receptor 208, que puede tener inicialmente una carga asociada desactivable de manera selectiva (por ejemplo, la batería 236), puede configurarse para determinar si una cantidad de energía transmitida por el transmisor 204 y recibida por el receptor 208 es apropiada para cargar una batería 236. Además, el receptor 208 puede estar configurado para activar una carga (por ejemplo, la batería 236) tras determinar que la cantidad de energía es apropiada. En algunos modos de realización, un receptor 208 puede estar configurado para utilizar directamente la energía recibida de un campo de transferencia inalámbrica de energía sin cargar una batería 236. Por ejemplo, un dispositivo de comunicación, tal como un dispositivo de comunicación de campo cercano (NFC) o de identificación por radiofrecuencia (RFID) puede configurarse para recibir energía de un campo de transferencia inalámbrica de energía y comunicarse interactuando con el campo de transferencia inalámbrica de energía y/o utilizar la energía recibida para comunicarse con un transmisor 204 u otros dispositivos.

25 **[0019]** La figura 3 es un diagrama esquemático de una parte de la circuitería de transmisión 206 o de la circuitería de recepción 210 de la figura 2, que incluye una bobina de transmisión o recepción 352, de acuerdo con modos de realización a modo de ejemplo de la invención. Tal como se muestra en la figura 3, la circuitería de transmisión o recepción 350 usada en modos de realización a modo de ejemplo puede incluir una bobina 352. La bobina también puede denominarse o estar configurada como una antena de "bucle" 352. La bobina 352 también puede denominarse en el presente documento o estar configurada como una antena "magnética" o una bobina de inducción. El término "bobina" pretende referirse a un componente que puede emitir o recibir energía de manera inalámbrica para su acoplamiento a otra "bobina". La bobina puede denominarse también "antena" de un tipo que esté configurado para producir o recibir energía de forma inalámbrica. La bobina 352 puede estar configurada para incluir un núcleo de aire o un núcleo físico, tal como un núcleo de ferrita (no mostrado). Las bobinas de bucle con núcleo de aire pueden ser más tolerables a dispositivos físicos extraños situados en las proximidades del núcleo. Además, una bobina 352 de bucle con núcleo de aire permite la colocación de otros componentes en el área del núcleo. Además, un bucle con núcleo de aire puede permitir más fácilmente situar la antena receptora 218 (figura 2) dentro de un plano de la antena transmisora 214 (figura 2) donde la zona de modo acoplado de la bobina transmisora 214 (figura 2) puede ser más potente.

40 **[0020]** Como se ha indicado, la transferencia eficiente de energía entre el transmisor 104 y el receptor 108 se produce durante la resonancia adaptada o casi adaptada entre el transmisor 104 y el receptor 108. Sin embargo, aun cuando la resonancia entre el transmisor 104 y el receptor 108 no está adaptada, puede transferirse energía, aunque la eficiencia puede verse afectada. La transferencia de energía se produce acoplando la energía del campo 105 de la bobina de transmisión a la bobina de recepción que reside en el entorno donde se establece este campo 105 en lugar de propagar la energía de la bobina de transmisión al espacio libre.

50 **[0021]** La frecuencia de resonancia de las bobinas de bucle o magnéticas se basa en la inductancia y la capacitancia. La inductancia puede ser simplemente la inductancia creada por la bobina 352, mientras que la capacitancia se puede añadir a la inductancia de la bobina para crear una estructura resonante a una frecuencia de resonancia deseada. Como un ejemplo no limitativo, puede añadirse un condensador 352 y un condensador 354 a la circuitería de transmisión o de recepción 350 para crear un circuito resonante que selecciona una señal 356 a una frecuencia de resonancia. Por consiguiente, para bobinas de mayor diámetro, el tamaño de la capacitancia necesaria para mantener la resonancia puede disminuir según aumenta el diámetro o la inductancia del bucle. Además, a medida que aumenta el diámetro de la bobina, puede aumentar el área eficaz de transferencia energética del campo cercano. También son posibles otros circuitos resonantes formados usando otros componentes. Según otro ejemplo no limitativo, puede colocarse un condensador en paralelo entre los dos terminales de la bobina 350. Para bobinas de transmisión, una señal 358, con una frecuencia que corresponde sustancialmente a la frecuencia de resonancia de la bobina 352, puede ser una entrada a la bobina 352.

60 **[0022]** En un modo de realización, el transmisor 104 puede estar configurado para emitir un campo magnético variable en el tiempo con una frecuencia correspondiente a la frecuencia de resonancia de la bobina de transmisión 114. Cuando el receptor está dentro del campo 105, el campo magnético variable en el tiempo puede inducir una corriente en la bobina de recepción 118. Tal como se ha descrito anteriormente, si la bobina de recepción 118 está configurada para ser resonante a la frecuencia de la bobina de transmisión 114, la energía puede transferirse de

forma eficiente. La señal de CA inducida en la bobina de recepción 118 puede rectificarse como se ha descrito anteriormente para producir una señal de CC que puede proporcionarse para cargar o para alimentar una carga.

5 **[0023]** La figura 4 es un diagrama de bloques funcionales de un transmisor 404 que puede usarse en el sistema de transferencia inalámbrica de energía de la figura 1, de acuerdo con modos de realización a modo de ejemplo de la invención. El transmisor 404 puede incluir circuitería de transmisión 406 y una bobina de transmisión 414. La bobina de transmisión 414 puede ser la bobina 352 como se muestra en la figura 3. La circuitería de transmisión 406 puede proporcionar energía de RF a la bobina de transmisión 414, proporcionando una señal oscilante que da como resultado la generación de energía (por ejemplo, flujo magnético) alrededor de la bobina de transmisión 414. 10 El transmisor 404 puede funcionar a cualquier frecuencia adecuada. A modo de ejemplo, el transmisor 404 puede funcionar en la banda ISM de 13,56 MHz.

15 **[0024]** La circuitería de transmisión 406 puede incluir un circuito de adaptación de impedancia fija 409 para adaptar la impedancia de la circuitería de transmisión 406 (por ejemplo, 50 ohmios) a la bobina de transmisión 414 y un filtro de paso bajo (LPF) 408 configurado para reducir las emisiones de armónicos a niveles para evitar la autointerferencia de los dispositivos acoplados a los receptores 108 (figura 1). Otros modos de realización a modo de ejemplo pueden incluir diferentes topologías de filtro, incluyendo, pero de forma no limitativa, filtros de ranura que atenúan frecuencias específicas, dejando pasar otras, y pueden incluir una adaptación de impedancia adaptativa, que puede variarse basándose en métricas de transmisión medibles, tales como la energía de salida a 20 la bobina 414 o la corriente de CC consumida por el circuito de activación 424. La circuitería de transmisión 406 también incluye un circuito de activación 424 configurado para activar una señal de RF, según lo determinado por un oscilador 423. La circuitería de transmisión 406 puede comprender dispositivos o circuitos discretos o, de forma alternativa, puede comprender un conjunto integrado. Una salida de energía de RF a modo de ejemplo de la bobina de transmisión 414 puede ser aproximadamente de 1 vatio - 10 vatios, tal como aproximadamente de 2,5 vatios.

25 **[0025]** La circuitería de transmisión 406 puede incluir adicionalmente un controlador 415 para habilitar de manera selectiva el oscilador 423 durante las fases de transmisión (o ciclos de trabajo) para receptores específicos, para ajustar la frecuencia o la fase del oscilador 423, y para ajustar el nivel de energía de salida para implementar un protocolo de comunicación para interactuar con los dispositivos adyacentes a través de sus receptores adjuntos. 30 Debe observarse que el controlador 415 también se puede denominar procesador 415 en el presente documento. El ajuste de la fase del oscilador y de la circuitería relacionada en el trayecto de transmisión puede permitir la reducción de emisiones fuera de banda, especialmente cuando pasan de una frecuencia a otra.

35 **[0026]** La circuitería de transmisión 406 puede incluir adicionalmente un circuito 416 de detección de carga para detectar la presencia o ausencia de receptores activos en la proximidad del campo cercano generado por la bobina de transmisión 414. A modo de ejemplo, un circuito de detección de carga 416 supervisa la corriente que fluye al circuito de activación 424, que puede verse afectada por la presencia o ausencia de receptores activos en la proximidad del campo generado por la bobina de transmisión 414, como se describirá con mayor detalle a continuación. La detección de los cambios en la carga en el circuito de activación 424 se supervisa mediante el 40 controlador 415 para su uso en la determinación de si habilitar el oscilador 423 para transmitir energía y para comunicarse con un receptor activo. Como se describe con más detalle a continuación, se puede usar una corriente medida en el circuito de activación 424 para determinar si un dispositivo no válido está situado dentro de una región de transferencia inalámbrica de energía del transmisor 404.

45 **[0027]** La bobina de transmisión 414 puede implementarse con un cable Litz o como una tira de antena con el grosor, anchura y tipo de metal seleccionados para mantener las pérdidas resistivas bajas. En una implementación, la bobina de transmisión 414 puede configurarse, en general, para su asociación con una estructura mayor, tal como una mesa, alfombrilla, lámpara u otra configuración menos portátil. Por consiguiente, la bobina de transmisión 414, en general, no necesitará "espiras" para ser de un tamaño práctico. Una implementación a modo de ejemplo 50 de una bobina de transmisión 414 puede ser "eléctricamente pequeña" (es decir, una fracción de la longitud de onda) y estar sintonizada para resonar a frecuencias útiles inferiores usando condensadores para definir la frecuencia de resonancia.

55 **[0028]** El transmisor 404 puede reunir y rastrear información sobre el paradero y el estado de los dispositivos receptores que pueden estar asociados con el transmisor 404. Por lo tanto, la circuitería de transmisión 406 puede incluir un detector de presencia 480, un detector de cerrado 460 o una combinación de los mismos, conectados al controlador 415 (también denominado un procesador en el presente documento). El controlador 415 puede ajustar una cantidad de energía suministrada por el circuito de activación 424 en respuesta a las señales de presencia del detector de presencia 480 y al detector de cerrado 460. El transmisor 404 puede recibir energía a través de varias 60 fuentes de energía, tales como, por ejemplo, un convertidor CA-CC (no mostrado) para convertir la energía de CA convencional presente en un edificio, un convertidor CC-CC (no mostrado) para convertir una fuente de energía de CC convencional a una tensión adecuada para el transmisor 404, o directamente de una fuente de energía de CC convencional (no mostrada).

65 **[0029]** Como un ejemplo no limitativo, el detector de presencia 480 puede ser un detector de movimiento utilizado para detectar la presencia inicial de un dispositivo a cargar que se introduce en el área de cobertura del transmisor

404. Después de la detección, el transmisor 404 puede encenderse y la energía de RF recibida por el dispositivo puede usarse para conmutar un interruptor en el dispositivo de Rx de una manera predeterminada, que a su vez da lugar a cambios en la impedancia del punto de activación del transmisor 404.

5 **[0030]** Como otro ejemplo no limitativo, el detector de presencia 480 puede ser un detector capaz de detectar un ser humano, por ejemplo, por detección infrarroja, detección de movimiento u otros medios adecuados. En algunos modos de realización a modo de ejemplo, puede haber normativas que limiten la cantidad de energía que una bobina de transmisión 414 puede transmitir a una frecuencia específica. En algunos casos, estas normas pretenden proteger a los seres humanos de la radiación electromagnética. Sin embargo, puede haber entornos en los que
10 una bobina de transmisión 414 se coloque en áreas no ocupadas por seres humanos, o no ocupadas frecuentemente por seres humanos, tales como, por ejemplo, garajes, plantas de producción, tiendas y similares. Si en estos entornos no hay seres humanos, puede ser permisible aumentar la energía de salida de la bobina de transmisión 414 por encima de las normativas de restricción de energía normales. En otras palabras, el controlador 415 puede ajustar la energía de salida de la bobina de transmisión 414 a un nivel reglamentario o inferior en respuesta a la presencia de seres humanos y ajustar la energía de salida de la bobina de transmisión 414 a un nivel por encima del nivel reglamentario cuando un ser humano está fuera de una distancia reglamentaria del campo electromagnético de la bobina de transmisión 414.

20 **[0031]** Como ejemplo no limitativo, el detector encerrado 460 (que en el presente documento también puede denominarse detector de compartimento cerrado o detector de espacio cerrado) puede ser un dispositivo, tal como un interruptor de detección para determinar cuando un recinto está en un estado cerrado o abierto. Cuando un transmisor está en un recinto que está en un estado cerrado, puede aumentarse un nivel de energía del transmisor.

25 **[0032]** En modos de realización a modo de ejemplo, puede usarse un procedimiento mediante el cual el transmisor 404 no permanece encendido indefinidamente. En este caso, el transmisor 404 puede estar programado para apagarse después de una cantidad de tiempo determinada por el usuario. Esta característica evita que el transmisor 404, en particular el circuito de activación 424, funcione mucho tiempo después de que los dispositivos inalámbricos de su perímetro estén completamente cargados. Este evento puede deberse a la incapacidad del circuito para detectar la señal enviada desde el repetidor o desde la bobina de recepción que indica que un dispositivo está completamente cargado. Para evitar que el transmisor 404 se apague automáticamente si otro dispositivo se sitúa en su perímetro, la característica de apagado automático del transmisor 404 puede activarse únicamente después de un periodo de tiempo establecido de falta de movimiento detectado en su perímetro. El usuario puede ser capaz de determinar el intervalo de tiempo de inactividad, y cambiarlo según sea necesario. Como ejemplo no limitativo, el intervalo de tiempo puede ser mayor que el necesario para cargar por completo un tipo específico de dispositivo inalámbrico en el supuesto de que el dispositivo esté en un principio completamente descargado.

35 **[0033]** Como se ha analizado anteriormente, el circuito de detección de carga 416 puede supervisar la corriente que fluye hacia el circuito de activación 424. En un modo de realización, la corriente detectada en el circuito de activación 424 puede usarse para tener en cuenta la pérdida de energía a causa de cargas no intencionales. Las cargas no intencionales pueden incluir, por ejemplo, bucles o superficies conductoras que podrían calentar o degradar el funcionamiento del sistema. En un modo de realización, el controlador 415 puede comparar la energía de CC consumida por el circuito de activación 424 con una energía de carga informada por cargas registradas como, por ejemplo, el receptor 208 (figura 2). Sin embargo, en algunos modos de realización, la eficiencia de conversión de CC a RF puede variar según las condiciones de carga. En consecuencia, la corriente medida en el circuito de activación 424 puede no reflejar con precisión la energía transmitida. En algunos modos de realización, el circuito de transmisión 406 puede incluir un acoplador direccional configurado para medir la energía directa y reflejada. Sin embargo, en algunos modos de realización, el acoplador direccional podría reducir la eficiencia de la circuitería de transmisión y/o introducir un alto costo de implementación.

50 **[0034]** En un modo de realización, el circuito de transmisión 406 puede incluir un detector de energía 490 acoplado a la bobina de transmisión 414. El detector de energía 490 puede configurarse para medir una o más características indicativas de la energía de transmisión. En un modo de realización, el detector de energía 490 puede estar acoplado capacitivamente a la bobina de transmisión 414. Por ejemplo, el detector de energía 490 se puede configurar para medir tensiones diferenciales a través de un divisor de tensión capacitivo. En un modo de realización, el detector de energía 490 puede implementar un divisor de tensión resistivo. El detector de energía 490 puede medir la tensión y/o la corriente entre el circuito de adaptación 409 y la bobina de transmisión 414. El detector de energía 490 puede medir la tensión y/o la corriente de forma vectorial y/o diferencial. El controlador 415 puede recibir la energía de transmisión medida desde el detector de energía 490, y puede comparar la energía de transmisión medida con una energía de transmisión recibida informada por un receptor tal como el receptor 208 (figura 2).

65 **[0035]** La figura 5 es un diagrama de bloques funcionales de un receptor 508 que puede usarse en el sistema de transferencia inalámbrica de energía de la figura 1, de acuerdo con modos de realización a modo de ejemplo de la invención. El receptor 508 incluye circuitería de recepción 510 que puede incluir una bobina de recepción 518. El receptor 508 se acopla, además, al dispositivo 550 para proporcionar la energía recibida al mismo. Debe

observarse que, aunque el receptor 508 que se ilustra es externo al dispositivo 550, puede estar integrado en el dispositivo 550. La energía se puede propagar de forma inalámbrica a la bobina de recepción 518 y después acoplarse, a través del resto de la circuitería de recepción 510, al dispositivo 550. A modo de ejemplo, el dispositivo de carga puede incluir dispositivos tales como teléfonos móviles, reproductores de música portátiles, ordenadores portátiles, ordenadores tipo tableta, dispositivos informáticos periféricos, dispositivos de comunicación (por ejemplo, dispositivos de Bluetooth), cámaras digitales, audífonos (y otros dispositivos médicos) y similares.

[0036] La bobina de recepción 518 puede ser sintonizada para resonar a la misma frecuencia, o dentro de un determinado intervalo de frecuencias, que la bobina de transmisión 414 (figura 4). La bobina de recepción 518 puede dimensionarse de forma análoga a la bobina de transmisión 414 o puede dimensionarse de forma diferente, basándose en las dimensiones del dispositivo asociado 550. A modo de ejemplo, el dispositivo 550 puede ser un dispositivo electrónico portátil que tiene una dimensión diametral o longitudinal menor que el diámetro o la longitud de la bobina de transmisión 414. En tal ejemplo, la bobina de recepción 518 puede implementarse como una bobina de múltiples espiras con el fin de reducir el valor de la capacitancia de un condensador de sintonización (no mostrado) y aumentar la impedancia de la bobina de recepción. A modo de ejemplo, la bobina de recepción 518 puede colocarse alrededor de la circunferencia esencial del dispositivo 550 con el fin de maximizar el diámetro de la bobina y reducir el número de espiras del bucle (es decir, devanados) de la bobina de recepción 518 y la capacitancia entre devanados.

[0037] La circuitería de recepción 510 puede proporcionar una adaptación de la impedancia a la bobina de recepción 518. La circuitería de recepción 510 incluye un circuito de conversión de energía 506 para convertir una fuente de energía de RF recibida en energía de carga para ser utilizada por el dispositivo 550. La circuitería de conversión de energía 506 incluye un convertidor RF a CC 520 y también puede incluir un convertidor de CC a CC 522. El convertidor de RF a CC 520 rectifica la señal de energía de RF recibida en la bobina de recepción 518 convirtiéndola en una energía no alterna con una tensión de salida representada por V_{rect} . El convertidor de CC a CC 522 (u otro regulador de energía) convierte la señal de energía de RF rectificada en un potencial de energía (por ejemplo, tensión) que es compatible con el dispositivo 550 con una tensión de salida y una corriente de salida representados por V_{out} e I_{out} . Se contemplan diversos convertidores de RF a CC, incluidos los rectificadores parciales y completos, reguladores, puentes, duplicadores, así como convertidores lineales y de conmutación.

[0038] La circuitería de recepción 510 puede incluir adicionalmente circuitería de conmutación 512 para conectar la bobina de recepción 518 a la circuitería de conversión de energía 506 o, de forma alternativa, para desconectar la circuitería de conversión de energía 506. La desconexión de la bobina de recepción 518 de la circuitería de conversión de energía 506 no solo suspende la carga del dispositivo 550, sino que también cambia la "carga" como "detectado" por el transmisor 404 (figura 2).

[0039] Como se ha divulgado anteriormente, el transmisor 404 incluye un circuito de detección de carga 416 que puede detectar fluctuaciones en la corriente de polarización proporcionada al circuito de activación del transmisor 424. Por consiguiente, el transmisor 404 tiene un mecanismo para determinar cuándo hay receptores presentes en el campo cercano del transmisor.

[0040] Cuando están presentes múltiples receptores 508 en el campo cercano de un transmisor, puede ser deseable multiplexar en el tiempo la carga y descarga de uno o más receptores a fin de permitir que otros receptores se acoplen más eficientemente al transmisor. Un receptor 508 también puede ocultarse para eliminar el acoplamiento con otros receptores cercanos o para reducir la carga en los transmisores cercanos. Esta "descarga" de un receptor también se conoce en el presente documento como "encubrimiento". Además, esta conmutación entre descarga y carga controladas mediante el receptor 508 y detectadas mediante el transmisor 404 puede proporcionar un mecanismo de comunicación del receptor 508 al transmisor 404 como se explica en mayor detalle a continuación. Adicionalmente, puede asociarse un protocolo con la conmutación que permita el envío de un mensaje del receptor 508 al transmisor 404. A modo de ejemplo, una velocidad de conmutación puede ser del orden de 100 μ s.

[0041] En un modo de realización a modo de ejemplo, la comunicación entre el transmisor 404 y el receptor 508 se refiere a un mecanismo de control de detección y carga de dispositivo, en lugar de una comunicación bidireccional convencional (es decir, señalización en banda utilizando el campo de acoplamiento). En otras palabras, el transmisor 404 puede usar la activación/desactivación de la señal transmitida para ajustar si la energía está disponible en el campo cercano. El receptor puede interpretar estos cambios de energía como un mensaje del transmisor 404. Desde el lado del receptor, el receptor 508 puede usar sintonización y desintonización de la bobina de recepción 518 para ajustar cuánta energía se acepta del campo. En algunos casos, la sintonización y la desintonización pueden realizarse a través de la circuitería de conmutación 512. El transmisor 404 puede detectar esta diferencia de energía usada del campo e interpretar estos cambios como un mensaje del receptor 508. Debe observarse que pueden usarse otras formas de modulación de la energía de transmisión y comportamiento de la carga.

[0042] La circuitería de recepción 510 puede incluir adicionalmente un detector de señalización y circuitería de baliza 514 usados para identificar fluctuaciones de la energía recibida, que puede corresponder a la señalización

de información del transmisor al receptor. Además, también pueden usarse una circuitería de señalización y baliza 514 para detectar la transmisión de una energía de señal RF reducida (es decir, una señal de baliza) y para rectificar la energía de la señal RF reducida hasta una energía nominal para activar circuitos no alimentados o con energía al mínimo en la circuitería de recepción 510 a fin de configurar la circuitería de recepción 510 para la carga inalámbrica.

[0043] La circuitería de recepción 510 incluye, además, un procesador 516 para coordinar los procesos del receptor 508 descritos en el presente documento que incluyen el control de la circuitería de conmutación 512 descrita en el presente documento. El encubrimiento del receptor 508 también puede producirse tras la aparición de otros eventos, que incluyen la detección de una fuente de carga externa por cable (por ejemplo, alimentación de pared/USB) que proporciona energía de carga al dispositivo 550. El procesador 516, además de controlar el encubrimiento del receptor, también puede supervisar la circuitería de baliza 514 para determinar un estado de baliza y extraer mensajes enviados desde el transmisor 404. El procesador 516 también puede ajustar el convertidor de CC a CC 522 para un mejor rendimiento.

[0044] Como se analizó anteriormente, el receptor 508 puede configurarse para medir la energía recibida e informar la energía recibida al transmisor 404 (figura 4), por ejemplo, a través del canal de comunicación separado 219 (figura 2). En algunos modos de realización, el procesador 516 está configurado para determinar la energía recibida y transmitir la energía determinada al transmisor 404. En algunos modos de realización, el dispositivo de carga 550 puede incluir un detector de potencia, y el dispositivo de carga 550 puede configurarse para transmitir la energía determinada al transmisor 404.

[0045] La figura 6 es un diagrama esquemático de una parte de la circuitería de transmisión 600 que puede usarse en la circuitería de transmisión 406 de la figura 4. La circuitería de transmisión 600 puede incluir un circuito de activación 624 como se describió anteriormente en la figura 4. Como se describió anteriormente, el circuito de activación 624 puede ser un amplificador de conmutación que se puede configurar para recibir una onda cuadrada y emitir una onda sinusoidal para proporcionarse al circuito de transmisión 650. En algunos casos, el circuito de activación 624 puede denominarse circuito amplificador. El circuito de activación 624 se muestra como un amplificador de clase E, sin embargo, se puede usar cualquier circuito de activación 624 adecuado de acuerdo con modos de realización de la invención. El circuito de activación 624 puede ser activado por una señal de entrada 602 desde un oscilador 423 como se muestra en la figura 4. El circuito de activación 624 también puede estar provisto de una tensión de activación V_D que está configurada para controlar la energía máxima que puede suministrarse a través de un circuito de transmisión 650. Para eliminar o reducir los armónicos, la circuitería de transmisión 600 puede incluir un circuito de filtro 626. El circuito de filtro 626 puede ser un circuito de filtro de paso bajo 626 de tres polos (condensador 634, inductor 632 y condensador 636).

[0046] La salida de señal mediante el circuito de filtro 626 puede proporcionarse a un circuito de transmisión 650 que comprende una bobina 614. El circuito de transmisión 650 puede incluir un circuito resonante en serie que tiene una capacitancia 620 e inductancia (por ejemplo, que puede deberse a la inductancia o capacitancia de la bobina o a un componente condensador adicional) que puede resonar a una frecuencia de la señal filtrada proporcionada por el circuito de activación 624. La carga del circuito de transmisión 650 puede estar representada por la resistencia variable 622. La carga puede ser una función de un receptor de energía inalámbrica 508 que está posicionado para recibir energía del circuito de transmisión 650.

[0047] En diversos modos de realización, el sistema 100 de transmisión inalámbrica de energía, descrito anteriormente con respecto a las figuras 1-6, puede variar una transmisión inalámbrica de energía en base a la detección de un objeto cercano. El objeto cercano puede incluir un receptor previsto, un dispositivo a cargar y/o un objeto extraño. Un objeto extraño puede ser algo más que un objetivo de transmisión previsto (es decir, un dispositivo sin carga) como, por ejemplo, un receptor parásito, un objeto inorgánico o un objeto vivo (como un humano, un animal, etc.). Un receptor parásito puede incluir, por ejemplo, un objeto metálico no electrónico, un dispositivo cargable no autorizado, etc.

[0048] Por ejemplo, como se analizó anteriormente con respecto a la figura 4, el transmisor 404 puede incluir el detector de presencia 480, que puede detectar la presencia, la distancia, la orientación y/o la ubicación del objeto cercano. En varios otros modos de realización, el detector de presencia 480 se puede ubicar en otra ubicación tal como, por ejemplo, en el receptor 508, o en cualquier otro lugar. El controlador 415 puede reducir la energía de transmisión cuando se detecta un objeto extraño dentro de una primera distancia. En diversos modos de realización, el sistema 100 de transmisión inalámbrica de energía puede ajustar una característica de la transmisión inalámbrica de energía de acuerdo con las reglas o normativa con respecto a la seguridad biológica, seguridad contra incendios, etc. Por ejemplo, el sistema 100 de transmisión inalámbrica de energía puede ajustar la energía de transmisión de manera tal que el campo electromagnético que llega a un cuerpo humano cercano está por debajo de un umbral, dada la distancia al cuerpo humano.

[0049] En diversos modos de realización, el detector de presencia 480 puede detectar la presencia de un objeto cercano basándose en un mecanismo de detección del campo visual. Los mecanismos de detección del campo visual pueden incluir, por ejemplo, detección de infrarrojos, detección ultrasónica, detección láser, etc. En modos

de realización que incluyen transmisores integrados, donde la energía se puede transmitir a través de una superficie opaca como una mesa o escritorio, puede ser preferible usar un mecanismo de detección distinto del campo visual. Los mecanismos distintos del campo visual pueden incluir, por ejemplo, detección capacitiva, detección radiométrica, etc. En diversos modos de realización que se describirán en el presente documento, el detector de presencia 480 puede usar un sistema de detección de armónicos para detectar la presencia, distancia, orientación y/o ubicación de un objeto cercano, basándose en los cambios de la intensidad de la señal recibida en los armónicos de la frecuencia fundamental del sistema.

[0050] Con referencia de nuevo a la figura 2, en ciertos modos de realización, el sistema 100 de transferencia inalámbrica de energía puede incluir una pluralidad de receptores 208. En un modo de realización, el tamaño de la bobina de TX 214 es fijo. Por consiguiente, el transmisor 204 puede no estar bien adaptado a bobinas de RX 218 de diferentes tamaños. Por diversas razones, puede ser deseable que el transmisor 204 utilice una pluralidad de bobinas de TX 214. En algunos modos de realización, la pluralidad de bobinas de TX 214 puede estar dispuesta en una disposición. En algunos modos de realización, la disposición puede ser modular. En algunos modos de realización, la disposición puede incluir bobinas de TX 214 del mismo tamaño, o sustancialmente el mismo.

[0051] En diversos modos de realización, cada bobina de TX 214 puede activarse independientemente basándose en la ubicación de los receptores 208 y/o el tamaño de sus bobinas de RX 218. Por ejemplo, una sola bobina de TX 214 puede proporcionar energía inalámbrica a los receptores 208 cercanos que tienen bobinas RX 218 relativamente pequeñas. Por otro lado, múltiples bobinas de TX 214 pueden proporcionar alimentación inalámbrica a receptores cercanos que tienen bobinas RX 218 relativamente grandes. Las bobinas de TX 214 que no están cerca de las bobinas de RX 218 se pueden desactivar.

[0052] En algunos modos de realización, la pluralidad de bobinas de TX 214 puede formar una gran área de transmisión. El área de transmisión puede ser escalable, cubriendo un área más grande utilizando bobinas de TX adicionales 214. Las bobinas de TX 214 pueden permitir el posicionamiento libre de dispositivos en un área grande. Además, pueden configurarse para cargar simultáneamente una pluralidad de receptores 208. En algunos modos de realización, las bobinas de TX 214 individuales pueden acoplarse entre sí. Por consiguiente, puede ser deseable que el sistema 100 de transferencia inalámbrica de energía incluya procedimientos, sistemas y/o aparatos para desacoplar las bobinas de TX 214.

[0053] La figura 7 es un diagrama de bloques funcionales de una parte de la circuitería de transmisión 700 que puede usarse en un sistema de transferencia inalámbrica de energía de la figura 1, de acuerdo con modos de realización a modo de ejemplo de la invención. En diversos modos de realización, los elementos presentados en la figura 7 se pueden configurar en forma equilibrada o de un solo extremo; la figura 7 y el análisis posterior presenta este ejemplo en forma equilibrada. La circuitería de transmisión 700 puede incluir un generador de reloj en cuadratura 710, un amplificador de transmisión 720, un filtro de transmisión y/o un circuito de adaptación 730, condensadores de medición positivos y negativos C_{MP} y C_{MN} , condensadores en serie positivos y negativos C_{SP} y C_{SN} , una bobina de transmisión L_{TX} , mezcladores diferenciales 740a y 740b, amplificadores sumadores 750a y 750b, filtros de paso bajo (LPF) 760a y 760b, convertidores analógico a digital (ADC) 770a y 770b, y un procesador 780.

[0054] En diversos modos de realización, la circuitería de transmisión 700 puede configurarse para determinar una característica de transmisión en la bobina de transmisión L_{TX} , tal como una energía de transmisión o impedancia de bobina. Por ejemplo, la circuitería de transmisión 700 puede configurarse para medir la tensión de RF y/o la corriente aplicada a la bobina de transmisión L_{TX} . La circuitería de transmisión 700 se puede configurar para tomar mediciones vectoriales. Por ejemplo, la circuitería de transmisión 700 puede medir tanto una magnitud como una fase de la corriente y/o la tensión aplicada a la bobina de transmisión L_{TX} . En un modo de realización, la circuitería de transmisión 700 puede implementar o incluir el detector de energía 490 (figura 4).

[0055] El generador de reloj en cuadratura 710 sirve para proporcionar señales de reloj en fase (I) y en cuadratura (Q) (positivas o negativas) al amplificador de transmisión 720 y a los mezcladores 740a y 740b. En el modo de realización ilustrado, el generador de reloj en cuadratura 710 está configurado para generar las señales I/Q basadas en una entrada del oscilador y controladas por el procesador 780. En un modo de realización, la entrada del oscilador puede ser cuatro veces la frecuencia de transmisión. Por ejemplo, en varios modos de realización que tienen frecuencias de transmisión de aproximadamente 468,75 KHz, 6,78 MHz y 13,56 MHz, la entrada del oscilador puede ser de aproximadamente 1,87 MHz, 27,12 MHz y 54,24 MHz, respectivamente. En un modo de realización, la entrada del oscilador se puede recibir desde el oscilador 423 (figura 4).

[0056] El generador de reloj en cuadratura 710 puede configurarse para generar cuatro señales de reloj I, Q, I' y Q' (denominadas genéricamente como "I/Q") a un cuarto de la frecuencia de entrada del oscilador (por ejemplo, 6,78 MHz). Cada uno de los relojes I, Q, I' y Q' puede representar una fase diferente (por ejemplo, 0, 90, 180 y 270 grados). Por consiguiente, I puede estar avanzada 90 grados por delante de Q. I' y Q' pueden ser versiones invertidas de sus salidas respectivas I y Q, y pueden proporcionar desplazamientos de fase de 180 de las señales principales I y Q. Un experto en la materia apreciará que se pueden usar otros pasos de fase (por ejemplo, 45 grados, 60 grados, etc.).

5 **[0057]** El generador de reloj en cuadratura 710 puede proporcionar de forma selectiva señales sinusoidales y de coseno a los mezcladores 740a y 740b. En varios modos de realización, las señales de seno y coseno pueden incluir señales sinusoidales (por ejemplo, en modos de realización que incluyen multiplicadores analógicos) y ondas cuadradas (por ejemplo, en modos de realización que incluyen multiplexores digitales). Por ejemplo, el generador de reloj en cuadratura 710 puede proporcionar de forma selectiva una o más de las señales de reloj I, Q, I' y Q' a los mezcladores 740a y 740b a través de uno o más multiplexores. Por ejemplo, el generador de reloj en cuadratura 710 puede incluir un multiplexor por mezclador 740a y 740b. En un modo de realización, las señales de reloj I/Q seleccionadas se pueden volver a sincronizar, por ejemplo, a través de un circuito basculante en D. Volver a sincronizar las señales I/Q puede reducir las variaciones de retardo entre fases. La selección de las señales de reloj I/Q proporcionadas a los mezcladores 740a y 740b puede controlarse, por ejemplo, mediante el procesador 780.

15 **[0058]** El amplificador de transmisión 720 sirve para conducir una señal de RF a la bobina de transmisión L_{TX}. El amplificador de transmisión 720 puede controlar la señal de RF basándose en la señal de reloj recibida desde el generador de reloj en cuadratura 710. El amplificador de transmisión 720 recibe la fase de reloj I del generador de reloj en cuadratura 710. En un modo de realización, el amplificador de transmisión 720 puede recibir una señal de reloj separada, por ejemplo, del oscilador 423 (figura 4). En un modo de realización, el amplificador de transmisión puede ser el circuito de activación 424 (figura 4).

20 **[0059]** El filtro de transmisión 730 sirve para proporcionar la adaptación de impedancia y/o la reducción de las emisiones de armónicos en la bobina de transmisión L_{TX}. Otros modos de realización a modo de ejemplo pueden incluir diferentes topologías de filtro, incluyendo de forma no limitativa, filtros de ranura que atenúan unas frecuencias específicas, mientras dejan pasar otras, y pueden incluir una adaptación de impedancia adaptativa, que puede variarse basándose en métricas de transmisión medibles, tales como la energía de salida a la bobina L_{TX}. En diversos modos de realización, el filtro de transmisión 730 puede implementar o incluir el filtro 408 (figura 4) y/o el circuito de adaptación 409 (figura 4).

30 **[0060]** Los mezcladores diferenciales 740a y 740b sirven para medir tensiones en los condensadores de medición C_{MP} y C_{MN}. En particular, los mezcladores diferenciales 740a y 740b están configurados para mezclar de modo síncrono los relojes I/Q, recibidos del generador de reloj en cuadratura 710, con la señal de RF a medir utilizando detectores de fase multiplicadores. Los condensadores de medición C_{MP} y C_{MN} sirven como una impedancia conocida, donde la tensión a través de los condensadores de medición C_{MP} y C_{MN} es proporcional a la corriente. Se pueden agregar dispositivos adicionales para escalar los niveles de tensión en las entradas de los mezcladores 740a y 740b. Los mezcladores diferenciales 740a y 740b facilitan las mediciones de tensión en ambos lados de los condensadores de medición C_{MP} y C_{MN} (es decir, en los nodos ASP, BSP, ASN y BSN). Por consiguiente, la corriente a través de los condensadores de medición C_{MP} y C_{MN} se puede calcular y utilizar para determinar la energía transmitida en la bobina L_{TX} de transmisión.

40 **[0061]** Los amplificadores sumadores 750a y 750b sirven para proporcionar una conexión a tierra virtual de CA a los multiplexores, convirtiendo la corriente continua a tensiones que reflejan las partes reales y/o imaginarias de V_A+V_B o V_A-V_B, donde V_A representa la tensión en los nodos ASP y ASN, y V_B representa la tensión en los nodos BSP y BSN. El generador de reloj en cuadratura 710 puede seleccionar la suma particular realizada seleccionando y proporcionando las fases de reloj apropiadas a los mezcladores 740a y 740b. En algunas implementaciones, el generador de reloj en cuadratura 710 puede seleccionar y proporcionar las fases de reloj apropiadas a los mezcladores 740a y 740b para medir individualmente V_A y V_B.

50 **[0062]** Por ejemplo, dos señales que activan cada mezclador 740a y 740b se pueden representar mediante ondas sinusoidales: sinM para las señales diferenciales medidas a través de los pares de nodos ASP/ASN y BSP/BSN, y sinR o cosR para la señal de referencia recibida del generador de reloj en cuadratura 710 (basado en las señales en fase y en cuadratura, respectivamente). Los mezcladores 740a y 740b pueden multiplicar sinM y sinR o cosR como se muestra en las ecuaciones 1 y 2, donde ω es 2π veces la frecuencia de transmisión, y α es un desplazamiento de fase.

55
$$\sin M \sin R = 1/2 [\cos(\omega t + \alpha - \omega t) - \cos(\omega t + \alpha + \omega t)] \quad \dots (1)$$

$$\sin M \cos R = 1/2 [\sin(2\omega t + \alpha) + \sin \alpha] \quad \dots (2)$$

60 **[0063]** Los LPF 760a y 760b sirven para filtrar contenido espectral no de banda base, como la 2ω. Por ejemplo, los productos sinMsinR y sinMcosR se pueden filtrar como se muestra en las ecuaciones 3 y 4.

$$\text{Filtrado}(\sin M \sin R) = 1/2 \cos \alpha \quad \dots (3)$$

$$\text{Filtrado}(\sin M \cos R) = 1/2 \sin \alpha \quad \dots (4)$$

65

[0064] En consecuencia, el ángulo α puede determinarse por una arcotangente de las dos señales medidas, como se muestra en la Ecuación 5.

$$\alpha = \arctan \left[\frac{\frac{1}{2} \sin \alpha}{\frac{1}{2} \cos \alpha} \right] \dots (5)$$

5

[0065] Las salidas de los mezcladores 740a y 740b se combinan en los amplificadores sumadores 750a y 750b, y se les aplica el filtro de paso bajo en los LPF 760a y 760b para eliminar los armónicos de señal y proporcionar un valor de CC que representa el desplazamiento de fase de la señal, y una parte escalada de la magnitud. Los ADC 770a y 770b proporcionan valores digitales al procesador 780. El procesador 780 puede determinar la magnitud, por ejemplo, basándose en la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las dos mediciones de fase.

10

[0066] El procesador 780 está configurado para ajustar el generador de reloj en cuadratura 710 para generar señales senoidales y cosenoidales en los mezcladores 740a y 740b, y de ese modo obtener vectores de tensión antes y después de los condensadores de medición CMP y CMN. El procesador 780 puede calcular la corriente a través de los condensadores de medida CMP y CMN dividiendo la diferencia de tensión (es decir, VA-VB) por el valor de los condensadores de medición C_{MP} y C_{MN} . En diversos modos de realización, el procesador 780 puede escalar las mediciones mediante uno o más factores de escala y/o convertir la medición de la tensión a una tensión de raíz media cuadrada (RMS). El procesador 780 puede multiplicar aún más los vectores complejos resultantes para determinar la energía real y reactiva.

15

20

[0067] En el modo de realización de la figura 7, la circuitería de transmisión 700 está configurada para tomar mediciones. En un modo de realización, la configuración mostrada en la figura 7 puede permitir una desmodulación equilibrada. Sin embargo, un experto en la materia apreciará que las técnicas descritas en el presente documento pueden implementarse de una manera simple. Por ejemplo, se puede usar un solo condensador de medición C_M .

25

[0068] En el modo de realización de la figura 7, la circuitería de transmisión 700 está configurada para usar los condensadores de medición C_{MP} y C_{MN} como impedancias en serie. Sin embargo, un experto en la materia apreciará que las técnicas descritas en el presente documento se pueden aplicar a cualquier elemento de impedancia, en general, denominado en el presente documento como un elemento en serie Z_M . Por ejemplo, la medición se puede realizar utilizando uno o más inductores en el filtro de transmisión 730, uno o más de los condensadores de medición C_{MP} y C_{MN} se pueden reemplazar por inductores o resistencias, una red reactiva activa o pasiva, un transformador de corriente, etc.

30

[0069] De manera similar, un experto en la materia apreciará que las técnicas descritas en el presente documento pueden aplicarse a cualquier elemento de impedancia en serie dentro de la trayectoria de la corriente de RF mediante el reposicionamiento de Z_M . Por ejemplo, la medición puede realizarse utilizando uno o más inductores en el filtro de transmisión 730, uno o más de los condensadores de medición C_{SP} y C_{SN} pueden reemplazarse por inductores o resistencias, una red reactiva activa o pasiva, etc. En algunos modos de realización, la circuitería de transmisión 700 puede incluir un condensador paralelo C_p , en paralelo con la bobina de transmisión L_{TX} .

35

40

[0070] La figura 8 es un diagrama de bloques funcionales de un mezclador 740 que puede usarse en el sistema de transferencia inalámbrica de energía de la figura 1, de acuerdo con modos de realización a modo de ejemplo de la invención. El mezclador 740 puede implementar o incluir, por ejemplo, los mezcladores 740a y 740b. En el modo de realización ilustrado, el mezclador 740 recibe las entradas SP, SN e I/Q, e incluye dos condensadores de entrada 810a y 810b, dos multiplexadores 820a y 820b y dos condensadores de salida 830a y 830b.

45

[0071] Las entradas SP y SN pueden ser señales de medición. En diversos modos de realización, por ejemplo, SP y SN pueden representar los nodos ASP y ASN, y/o BSP y BSN mostrados en la figura 7. La entrada I/Q (y su complemento) pueden recibirse desde, por ejemplo, el generador de reloj en cuadratura 710 (figura 7).

50

[0072] Los condensadores de entrada 810a y 810b pueden formar cada uno una parte de los respectivos divisores de alta impedancia configurados para reducir las tensiones de entrada SP y SN. En un modo de realización, el condensador de entrada 810a puede formar una parte de un divisor de tensión configurado para reducir el ASP. El condensador de entrada 810b puede formar una parte de un divisor de tensión configurado para reducir el ASN. Los condensadores de entrada también pueden incorporarse como cualquier impedancia arbitraria, como inductores o resistencias.

55

[0073] Los multiplexadores 820a y 820b sirven para mezclar las entradas de RF SP y SN con las entradas del oscilador local I/Q del generador de reloj en cuadratura 710 (figura 7), generando las salidas diferenciales MoutA

60

y MoutB. Por ejemplo, la señal ASP, ASN de la salida del filtro de transmisión 730 (figura 7) se puede acoplar a los multiplexadores 810a y 810b a través de los condensadores de alta impedancia 810a y 810b. El reloj I/Q multiplica la señal de entrada SP/SN seleccionando el lado positivo o negativo de la tensión.

5 **[0074]** La figura 9 es un diagrama de bloques funcionales de una parte de la circuitería de transmisión 900 que puede usarse en el sistema de transferencia inalámbrica de energía de la figura 1, de acuerdo con otro modo de realización a modo de ejemplo de la invención. La circuitería de transmisión 900 pueden incluir los nodos A y B, un condensador de medición C_M , una red de reactancia 910 y una bobina de transmisión L_{TX} . La red de reactancia 910 se puede modelar como simplificada a una red "Y" que incluye un nodo V_2 y elementos de impedancia Z_1 , Z_2 y Z_3 . La red de reactancia 910 puede ser una red pasiva o una red de conmutación activa.

15 **[0075]** La circuitería de transmisión 900 puede modelar aspectos de la circuitería de transmisión 700 mostrada en la figura 7. Por ejemplo, los nodos A y B pueden corresponder a los nodos ASP y BSP (figura 7), respectivamente. El condensador de medición C_M puede corresponder al condensador de medición positivo C_{MP} (figura 7). La red de reactancia 910 corresponde al condensador en serie C_{SP} (figura 7). Como otro ejemplo, los nodos A y B pueden corresponder a los nodos ASN y BSN (figura 7), respectivamente. El condensador de medición C_M puede corresponder al condensador de medición positivo C_{MN} (figura 7). La red de reactancia 910 corresponde al condensador en serie C_{SN} (figura 7).

20 **[0076]** En un modo de realización, el procesador 780 (figura 7) puede calcular la corriente de carga (i_L) utilizando análisis nodal. La tensión en el nodo B puede medirse usando el circuito mezclador 740a y/o 740b (figura 7), y i_{CM} se calcula como se describe en el presente documento. La tensión en el nodo central de la red Y (V_2) es la tensión en el nodo B menos la caída de tensión i_{CM} a través de Z_1 , como se muestra en la Ecuación 6.

25
$$V_2 = V_B - i_{CM}Z_1 \quad \dots (6)$$

[0077] La corriente de carga es lo que queda después de que la impedancia de derivación Z_2 reduce la corriente de origen en el centro de la red Y, como se muestra en la Ecuación 7.

30
$$i_L = i_{CM} - \frac{V_2}{Z_2} \quad \dots (7)$$

[0078] Sustituyendo la Ecuación 6 en el numerador de la Ecuación 7 y reorganizando los términos, se obtiene la Ecuación 8.

35
$$i_L = i_{CM} \left(1 + \frac{Z_1}{Z_2} \right) - \frac{V_B}{Z_2} \quad \dots (8)$$

[0079] Los términos Z se pueden configurar como constantes fijas que multiplican i_{CM} y V_B . El término que multiplica i_{CM} puede ser sin unidad y puede calcularse previamente, como se muestra en la Ecuación 9.

40
$$K_{1x} = 1 + \frac{Z_{1x}}{Z_{2x}} \quad \dots (9)$$

[0080] El multiplicador para el término V_B puede considerarse una admitancia, como se muestra en la Ecuación 10. X puede referirse a un valor de admitancia para una configuración de red particular.

45
$$Y_x = \frac{1}{Z_{2x}} \quad \dots (10)$$

[0081] Usando los coeficientes obtenidos anteriormente, el procesador 780 (figura 7) puede determinar las componentes real e imaginaria de la corriente de carga combinando de la Ecuación 8 a la Ecuación 10. La parte real se muestra en la ecuación 11. La parte imaginaria de la corriente de carga se muestra en la Ecuación 12.

50
$$RE\{i_L\} = RE\{i_{CM}\}RE\{K_{1x}\} + IM\{V_{MB}\}IM\{Y_x\} - IM\{i_{CM}\}IM\{K_{1x}\} - RE\{V_{MB}\}RE\{Y_x\} \quad \dots (11)$$

$$IM\{i_L\} = RE\{i_{CM}\}IM\{K_{1x}\} + IM\{i_{CM}\}RE\{K_{1x}\} - RE\{V_{MB}\}IM\{Y_x\} - IM\{V_{MB}\}RE\{Y_x\} \quad \dots (12)$$

55 **[0082]** Las partes reales e imaginarias se pueden combinar para determinar la magnitud de la corriente de carga, como se muestra en la Ecuación 13.

$$MAG\{i_L\} = \sqrt{RE\{i_L\}^2 + IM\{i_L\}^2} \quad \dots (13)$$

[0083] La tensión en la carga se puede calcular restando la caída de tensión a través de Z_3 de V_2 , como se muestra en la Ecuación 14.

$$V_L = V_2 - i_L Z_3 \quad \dots (14)$$

[0084] Combinando la Ecuación 14 y la Ecuación 8 se obtiene la Ecuación 15.

$$V_L = V_B \left(1 + \frac{Z_3}{Z_2}\right) - i_{CM} \left(Z_1 + Z_3 + \frac{Z_1 Z_3}{Z_2}\right) \quad \dots (15)$$

[0085] Los términos Z se pueden combinar en coeficientes para la multiplicación con los valores de corriente y tensión medidos. Usando X para indicar la configuración específica de la red de reactancia 910, el coeficiente de tensión complejo se muestra en la Ecuación 16. El coeficiente actual se muestra en la ecuación 17.

$$K_{2x} = 1 + \frac{Z_{3x}}{Z_{2x}} \quad \dots (16)$$

$$Z_{yx} = Z_{1x} + Z_{3x} + \frac{Z_{1x} Z_{3x}}{Z_{2x}} \quad \dots (17)$$

[0086] En consecuencia, el procesador 780 puede determinar la parte real de la tensión de carga de acuerdo con la Ecuación 18. El procesador 780 puede determinar la parte imaginaria de la tensión de carga de acuerdo con la Ecuación 19.

$$RE\{V_L\} = RE\{V_B\}RE\{K_{2x}\} - IM\{V_B\}IM\{K_{2x}\} - RE\{i_{CM}\}RE\{Z_{yx}\} + IM\{i_{CM}\}IM\{Z_{yx}\} \quad \dots (18)$$

$$IM\{V_L\} = RE\{V_B\}IM\{K_{2x}\} + IM\{V_B\}RE\{K_{2x}\} - RE\{i_{CM}\}IM\{Z_{yx}\} - IM\{i_{CM}\}RE\{Z_{yx}\} \quad \dots (19)$$

[0087] La impedancia considerada en el resonador se puede calcular utilizando la ley de Ohm y la tensión compleja y la corriente ya muestreadas para la medición de potencia. Por consiguiente, el procesador 780 puede determinar la impedancia de la bobina de transmisión L_{TX} según la Ecuación 20, la parte real de la carga según la Ecuación 21 y la parte imaginaria de la carga según la Ecuación 22.

$$Z_L = \frac{RE\{V_L\} + jIM\{V_L\}}{RE\{i_L\} + jIM\{i_L\}} \quad (20)$$

$$R_L = \frac{RE\{V_L\}RE\{i_L\} + IM\{V_L\}IM\{i_L\}}{RE\{i_L\}^2 + IM\{i_L\}^2} \quad (21)$$

$$X_L = \frac{IM\{V_L\}RE\{i_L\} - RE\{V_L\}IM\{i_L\}}{RE\{i_L\}^2 + IM\{i_L\}^2} \quad (22)$$

[0088] La figura 10 es un diagrama de flujo 1000 de un procedimiento a modo de ejemplo de transmisión inalámbrica de energía. Aunque el procedimiento del diagrama de flujo 1000 se describe en el presente documento con referencia al sistema de transmisión inalámbrica de energía 110 divulgado anteriormente con respecto a las figuras 1-2, el transmisor 404 divulgado anteriormente con respecto a la figura 4, y la circuitería de transmisión 700 analizados anteriormente con respecto a la figura 7, un experto en la materia apreciará que el procedimiento del diagrama de flujo 1000 puede implementarse mediante otro dispositivo descrito en el presente documento, o cualquier otro dispositivo adecuado. En un modo de realización, las etapas del diagrama de flujo 1000 pueden realizarse mediante un procesador o controlador como, por ejemplo, el controlador 415 (figura 4), el controlador de señalización del procesador 516 (figura 5) y/o el procesador 780 (figura 7). Aunque el procedimiento del diagrama de flujo 1000 se describa en el presente documento con referencia a un orden particular, en diversos modos de realización, los bloques del presente documento pueden realizarse en un orden diferente, u omitirse, y pueden añadirse bloques adicionales.

[0089] Primero, en el bloque 1010, el procesador 780 determina las componentes real e imaginaria de una primera tensión en un primer terminal de un elemento en serie. El elemento en serie puede ser un condensador de medición acoplado eléctricamente a una bobina de transmisión, como los elementos en serie C_{MP} y C_{MN} . Por ejemplo, el procesador 780 puede controlar el generador de reloj en cuadratura 710 para emitir sucesivamente señales I y Q al mezclador 740a. Por consiguiente, el mezclador 740a puede generar las componentes real e imaginaria de la señal de tensión en los nodos ASP y ASN. En un modo de realización, el elemento en serie puede incluir una resistencia o inductor tal como, por ejemplo, un componente en el filtro de transmisión 730. En un modo de realización, la primera tensión puede ser una tensión diferencial.

[0090] A continuación, en el bloque 1020, el procesador 780 determina las componentes real e imaginaria de una segunda tensión en un segundo terminal del elemento en serie. Por ejemplo, el procesador 780 puede controlar el generador de reloj en cuadratura 710 para emitir sucesivamente las señales I y Q al mezclador 740b. Por consiguiente, el mezclador 740b puede generar las componentes real e imaginaria de la señal de tensión en los nodos BSP y BSN. En un modo de realización, la segunda tensión puede ser una tensión diferencial.

[0091] En varios modos de realización, los amplificadores sumadores 750a y 750b pueden generar la suma y/o diferencia entre las componentes real e imaginaria recibidas de los mezcladores 740a y 740b. Los LPF 760a y 760b pueden filtrar las salidas de los amplificadores sumadores 750a y 750b. Los ADC 770a y 770b pueden convertir las salidas de los LPF 760a y 760b en valores digitales proporcionados al procesador 780. El procesador 780 puede escalar los valores.

[0092] Luego, en el bloque 1030, el procesador 780 determina las componentes real e imaginaria de una corriente a través del elemento en serie, basándose en las tensiones medidas primera y segunda. Por ejemplo, el procesador 780 puede conocer los valores de los elementos en serie C_{MP} y C_{MN} , que pueden almacenarse en una memoria, calibrarse o determinarse dinámicamente. El procesador 780 puede calcular la corriente de acuerdo con la forma compleja de la ley de Ohm.

[0093] Posteriormente, en el bloque 1040, el procesador 780 determina una característica de transmisión basada en las tensiones medidas y la corriente determinada. Por ejemplo, el procesador 780 puede calcular una energía de transmisión utilizando la ecuación 22 del vector de potencia, donde I^* es el conjugado complejo del valor RMS de la corriente medida. En un modo de realización, el procesador 780 puede calcular una impedancia compleja a la frecuencia de funcionamiento utilizando los mismos parámetros que $Z=V/I$, como se analiza a continuación con respecto a la figura 11.

$$P = V \cdot I^* \quad \dots (22)$$

[0094] En diversos modos de realización, el procesador 780 puede dividir el vector de potencia en componentes real e imaginaria. El procesador 780 puede calcular valores RMS para tensión y corriente, aplicar factores de escala y/o procesamiento similar. De manera similar, el procesador 780 puede usar datos vectoriales para calcular impedancias, corrientes y tensiones en cualquier punto del circuito basándose en valores de componentes conocidos. Por lo tanto, la energía inalámbrica transmitida y la impedancia de carga inalámbrica pueden resolverse como pérdidas y reactancia acopladas a través de la bobina de transmisión L_{TX} .

[0095] Posteriormente, en el bloque 1050, el procesador 780 ajusta una característica de una transmisión inalámbrica de energía basándose en la característica de transmisión calculada. Por ejemplo, el procesador 780 puede determinar que un receptor involuntario está cerca de la bobina de transmisión L_{TX} . El procesador 780 puede comparar la característica de transmisión calculada para recibir la energía reportada por uno o más receptores autorizados o registrados. En diversos modos de realización, el procesador 780 puede aumentar, disminuir o modificar de otro modo la característica de transmisión basándose en la característica de transmisión calculada.

[0096] La figura 11 es un diagrama de bloques funcionales de un aparato para detectar una característica de transmisión 1100, de acuerdo con un modo de realización de la invención. Los expertos en la materia apreciarán que un aparato de comunicación inalámbrica puede tener más componentes que el aparato 1100 simplificado mostrado en la figura 11. El aparato 1100 para detectar una característica de transmisión mostrado incluye únicamente aquellos componentes útiles para la descripción de algunas características prominentes de implementaciones dentro del alcance de las reivindicaciones. El aparato para detectar una característica de transmisión 1100 incluye medios 1110 para determinar las componentes real e imaginaria de una primera tensión en un primer terminal de un elemento en serie, medios 1120 para determinar las componentes real e imaginaria de una segunda tensión en un segundo terminal del elemento en serie, medios 1130 para determinar las componentes real e imaginaria de una corriente a través del elemento en serie, basándose en las tensiones primera y segunda medidas, medios 1140 para determinar una característica de transmisión basándose en las tensiones medidas y la corriente determinada, y medios 1150 para ajustar una característica de una transmisión inalámbrica de energía basada en la característica de transmisión calculada.

[0097] En un modo de realización, los medios 1110 para determinar las componentes real e imaginaria de un primer terminal de un elemento en serie pueden estar configurados para realizar una o más de las funciones descritas anteriormente con respecto al bloque 1010 (figura 10). En varios modos de realización, los medios 1110 para determinar las componentes real e imaginaria de una primera tensión en un primer terminal de un elemento en serie pueden ser implementados por uno o más del procesador 780 (figura 7), el generador de reloj en cuadratura 710 (figura 7), los condensadores C_{MP} , C_{MN} , C_{SP} , y/o C_{SN} (figura 7), los mezcladores 740a y 740b (figura 7), los amplificadores sumadores 750a y 750b, los LPF 760a y 760b, y los ADC 770a y 770b.

[0098] En un modo de realización, los medios 1120 para determinar las componentes real e imaginaria de una segunda tensión en un segundo terminal del elemento en serie pueden configurarse para realizar una o más de las funciones descritas anteriormente con respecto al bloque 1020 (figura 10). En varios modos de realización, los medios 1120 para determinar las componentes real e imaginaria de una segunda tensión en un segundo terminal del elemento en serie pueden implementarse por uno o más del procesador 780 (figura 7), el generador de reloj en cuadratura 710 (figura 7), los condensadores C_{MP} , C_{MN} , C_{SP} , y/o C_{SN} (figura 7), los mezcladores 740a y 740b (figura 7), los amplificadores sumadores 750a y 750b, los LPF 760a y 760b, y los ADC 770a y 770b.

[0099] En un modo de realización, los medios 1130 para determinar las componentes real e imaginaria de una corriente a través del elemento en serie, en base a la primera y segunda tensiones medidas, pueden estar configurados para realizar una o más de las funciones descritas anteriormente con respecto al bloque 1030 (figura 10). En varios modos de realización, los medios 1130 para determinar las componentes real e imaginaria de una corriente a través del elemento en serie, en base a la primera y segunda tensiones medidas, pueden implementarse por uno o más del procesador 780 (figura 7), el controlador 415 (figura 4) y la memoria 470 (figura 4).

[0100] En un modo de realización, los medios 1140 para determinar una característica de transmisión en base a las tensiones medidas y la corriente determinada pueden estar configurados para realizar una o más de las funciones descritas anteriormente con respecto al bloque 1040 (figura 10). En varios modos de realización, los medios 1140 para determinar una característica de transmisión en base a las tensiones medidas y la corriente determinada pueden implementarse por uno o más del procesador 780 (figura 7), el controlador 415 (figura 4) y la memoria 470 (figura 4).

[0101] En un modo de realización, los medios 1150 para ajustar una característica de una transmisión inalámbrica de energía en base a la característica de transmisión calculada pueden estar configurados para realizar una o más de las funciones descritas anteriormente con respecto al bloque 1050 (figura 10). En varios modos de realización, los medios 1150 para ajustar una característica de una transmisión inalámbrica de energía basada en la característica de transmisión calculada pueden ser implementados por uno o más del procesador 780 (figura 7), el controlador 415 (figura 4) y el memoria 470 (figura 4).

[0102] Las diversas operaciones de los procedimientos descritos anteriormente pueden ser realizadas por cualquier medio adecuado capaz de realizar las operaciones, tal como diversos componentes, circuitos y/o módulos de hardware y/o software. En general, operaciones cualesquiera, ilustradas en las figuras, pueden ser realizadas por medios funcionales correspondientes, capaces de realizar las operaciones.

[0103] La información y las señales pueden representarse usando cualquiera de 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 chips que puedan haberse mencionado 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.

[0104] Los diversos bloques lógicos, módulos, circuitos y etapas de algoritmos ilustrativos descritos en conexión con los modos de realización divulgados 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, en general, diversos componentes, bloques, módulos, circuitos y etapas ilustrativos desde el punto de vista de su funcionalidad. Que dicha funcionalidad se implemente como hardware o software depende de la solicitud particular y de las restricciones de diseño impuestas en el sistema global. La funcionalidad descrita puede implementarse de formas variables para cada aplicación particular, pero no debería interpretarse que dichas decisiones de implementación ocasionan un alejamiento del alcance de los modos de realización de la invención.

[0105] Los diversos bloques, módulos y circuitos ilustrativos descritos en conexión con los modos de realización divulgados en el presente documento pueden implementarse o realizarse con un procesador de uso general, con un procesador de señales digitales (DSP), con un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), con una matriz de puertas programables in situ (FPGA) o con otro dispositivo de lógica programable, lógica de transistores o de puertas discretas, componentes de hardware discretos o con cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en el presente documento. Un procesador de uso general puede ser un microprocesador pero, de forma alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador o máquina de estados convencional. Un procesador puede implementarse también 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 ese tipo.

5 **[0106]** Las etapas de un procedimiento o algoritmo y las funciones descritas en conexión con los modos de
 realización divulgados en el presente documento pueden realizarse directamente en hardware, en un módulo de
 software ejecutado por un procesador o en una combinación de los dos. Si se implementan en software, las
 10 funciones pueden almacenarse en o transmitirse sobre, como una o más instrucciones o código, un medio no
 transitorio tangible legible por ordenador. Un módulo de software puede residir en una memoria de acceso aleatorio
 (RAM), en una memoria flash, en una memoria de solo lectura (ROM), en una memoria ROM programable de
 15 forma eléctrica (EPROM), en una memoria ROM borrable programable de forma eléctrica (EEPROM), en registros,
 en un disco duro, en un disco extraíble, en un CD-ROM o en cualquier otra forma de medio de almacenamiento
 conocida en la técnica. Un medio de almacenamiento está acoplado con el procesador de modo que el procesador
 puede leer información de, y escribir información en, el medio de almacenamiento. De forma alternativa, el medio
 20 de almacenamiento puede estar integrado en el procesador. Los discos, como se usan en el presente documento,
 incluyen el disco compacto (CD), el disco de láser, el disco óptico, el disco versátil digital (DVD), el disco flexible y
 el disco Blu-ray, donde algunos discos habitualmente reproducen datos de manera magnética, mientras que otros
 discos reproducen los datos de manera óptica con láser. Las combinaciones de lo anterior deberían incluirse
 también dentro del alcance de los medios legibles por ordenador. El procesador y el medio de almacenamiento
 25 pueden residir en un ASIC. El ASIC puede residir en un terminal de usuario. Como alternativa, el procesador y el
 medio de almacenamiento pueden residir como componentes discretos en un terminal de usuario.

[0107] Para los propósitos de resumir la divulgación, ciertos aspectos, ventajas y características novedosas de
 las invenciones se han descrito en el presente documento. Se entenderá que no pueden lograrse necesariamente
 25 todas dichas ventajas de acuerdo con cualquier modo de realización particular de la invención. Por tanto, la
 invención puede realizarse o llevarse a cabo de una manera que logre u optimice una ventaja o un grupo de
 ventajas como se enseña en el presente documento, sin lograr necesariamente otras ventajas como puede
 enseñarse o sugerirse en el presente documento.

30 **[0108]** Diversas modificaciones de los modos de realización descritos anteriormente resultarán fácilmente
 evidentes y los principios genéricos definidos en el presente documento pueden aplicarse a otros modos de
 realización sin alejarse del alcance de la invención. Por lo tanto, la presente invención no pretende limitarse a los
 modos de realización mostrados en el presente documento, sino que se le debe conceder el alcance más amplio
 compatible con las siguientes reivindicaciones y los principios y características novedosas divulgados en el
 35 presente documento.

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Un procedimiento (1000) de detección de una característica de transmisión en un dispositivo de transmisión inalámbrica de energía que comprende un elemento en serie acoplado eléctricamente a una bobina de transmisión, que comprende:
- respectivamente, recibir primera y segunda señales de los primer y segundo terminales del elemento en serie;
- 10 determinar (1010) las componentes real e imaginaria de una primera tensión en el primer terminal del elemento en serie basándose, al menos en parte, en la multiplicación por un primer mezclador de la primera señal por una primera señal de reloj en cuadratura y en fase;
- 15 determinar (1020) las componentes real e imaginaria de una segunda tensión en el segundo terminal del elemento en serie basándose, al menos en parte, en la multiplicación por un segundo mezclador de la segunda señal por una segunda señal de reloj en cuadratura y en fase;
- 20 determinar (1030) las componentes real e imaginaria de una corriente a través del elemento en serie, en base a la primera y la segunda tensiones;
- determinar (1040) una característica de transmisión basada en las componentes real e imaginaria de la primera y segunda tensiones y las componentes real e imaginaria de la corriente; y
- 25 ajustar (1050) una característica de una transmisión inalámbrica de energía basándose en la característica de transmisión calculada.
- 2.** El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende, además, medir directamente la corriente a través del elemento en serie.
- 30 **3.** El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la primera y la segunda tensiones comprenden tensiones diferenciales.
- 4.** El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la característica de transmisión comprende una energía de transmisión o una impedancia compleja.
- 35 **5.** El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el elemento en serie comprende uno de un condensador, un inductor o una resistencia.
- 6.** El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende, además, aplicar un factor de escala a, al menos, una de las tensiones.
- 40 **7.** El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende, además, determinar una tensión y/o corriente de media cuadrática (RMS) basadas en al menos una de las tensiones.
- 45 **8.** El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la primera y la segunda señales de reloj comprenden una señal de reloj en fase y en cuadratura.
- 9.** El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende, además, dividir al menos una tensión o corriente.
- 50 **10.** Un aparato (1100) para detectar una característica de transmisión en un dispositivo de transmisión inalámbrica de energía que comprende un elemento en serie acoplado eléctricamente a una bobina de transmisión, que comprende:
- 55 medios para recibir respectivamente la primera y la segunda señales desde el primer y segundo terminales del elemento en serie;
- 60 medios para determinar las componentes real e imaginaria de una primera tensión en el primer terminal del elemento en serie basándose, al menos en parte, en la multiplicación de un primer mezclador de la primera señal por una primera señal de reloj en cuadratura y en fase
- medios para determinar las componentes real e imaginaria de una segunda tensión en un segundo terminal del elemento en serie basándose al menos en parte en la multiplicación por un segundo mezclador de la segunda señal por una segunda señal de reloj en cuadratura y en fase;
- 65

- medios (1130) para determinar las componentes real e imaginaria de una corriente a través del elemento en serie, en base a la primera y segunda tensiones;
- 5 medios (1140) para determinar una característica de transmisión basada en las componentes real e imaginaria de la primera y segunda tensiones y las componentes real e imaginaria de la corriente; y
- medios (1150) para ajustar una característica de una transmisión inalámbrica de energía basada en la característica de transmisión calculada.
- 10 **11.** El aparato según la reivindicación 10, que comprende, además, medios para medir directamente la corriente a través del elemento en serie.
- 12.** El aparato según la reivindicación 10, en el que la primera y la segunda tensiones comprenden tensiones simple o diferencial.
- 15 **13.** El aparato según la reivindicación 10, en el que la característica de transmisión comprende una energía de transmisión o una impedancia compleja.
- 14.** El aparato según la reivindicación 10, en el que el elemento en serie comprende uno de un condensador, un inductor o una resistencia.
- 20 **15.** Un dispositivo inalámbrico (900) configurado para proporcionar alimentación inalámbrica a un receptor que comprende:
- 25 una bobina de transmisión (L_{TX}) configurada para transmitir energía inalámbrica;
- un elemento en serie (C_{MP} , C_{MN}), acoplado eléctricamente a la bobina de transmisión, que comprende los terminales o puertos primero y segundo (ASP, ASN, BSP, BSN); y
- 30 un aparato según la reivindicación 10, en el que el aparato comprende:
- un generador de reloj en cuadratura (710) configurado para generar señales de reloj en fase, I y en cuadratura, Q; y
- 35 un mezclador o conjunto de mezcladores (740a, 740b) configurado para multiplicar las señales primera y segunda en los terminales primero y segundo del elemento en serie por una de las señales I y Q.
- 40 **16.** Un medio no transitorio legible por ordenador que comprende código que, cuando es ejecutado, hace que un aparato:
- reciba respectivamente la primera y la segunda señales de los terminales primero y segundo de un elemento en serie acoplado eléctricamente a una bobina de transmisión;
- 45 determine las componentes real e imaginaria de una primera tensión en el primer terminal del elemento de la serie basándose, al menos en parte, en la multiplicación por un primer mezclador de la primera señal por una primera señal de reloj en cuadratura y en fase;
- determine las componentes real e imaginaria de una segunda tensión en el segundo terminal del elemento en serie basándose, al menos en parte, en la multiplicación por un segundo mezclador de la segunda señal por una segunda señal de reloj en cuadratura y en fase;
- 50 determine las componentes real e imaginaria de una corriente a través del elemento en serie, en base a la primera y segunda tensiones;
- 55 determine una característica de transmisión basada en las componentes real e imaginaria de la primera y segunda tensiones y las componentes real e imaginaria de la corriente; y
- ajuste una característica de una transmisión inalámbrica de energía basada en la característica de transmisión calculada.
- 60

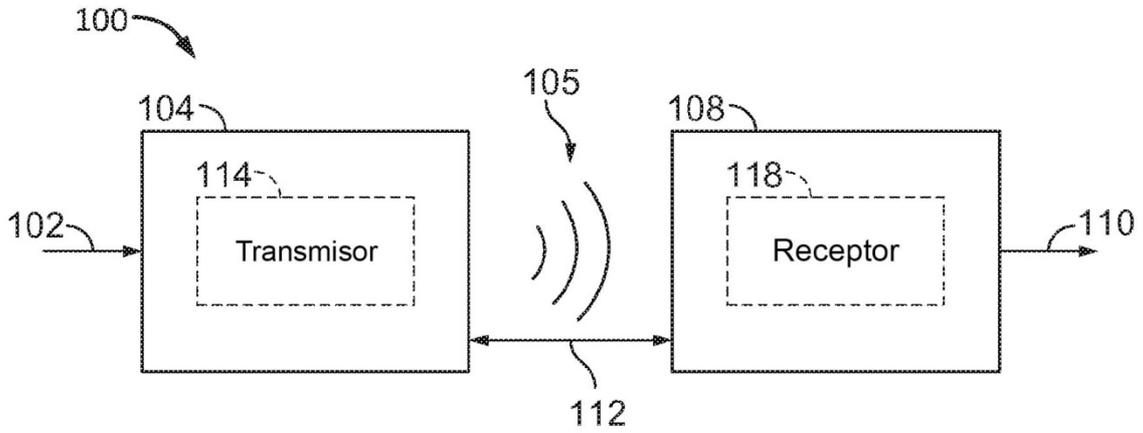


FIG. 1

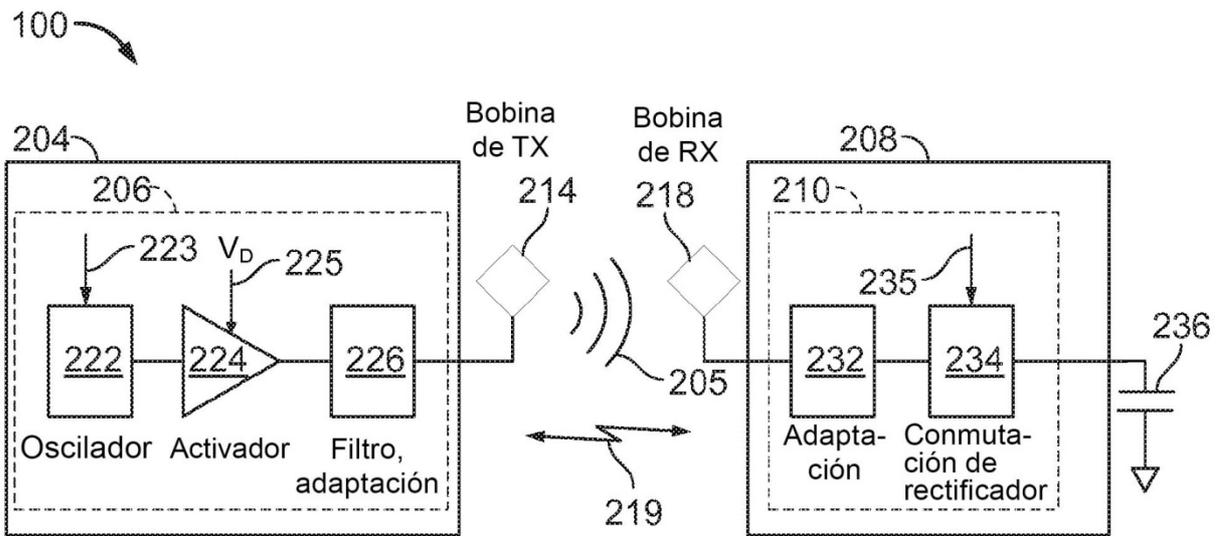


FIG. 2

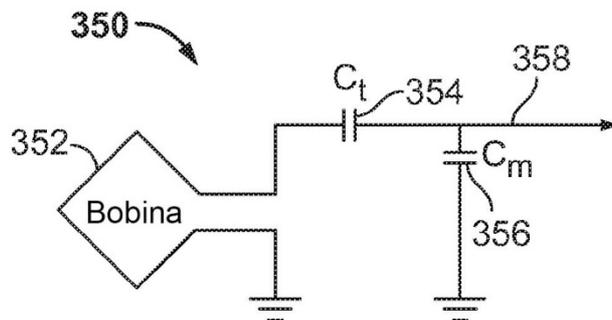


FIG. 3

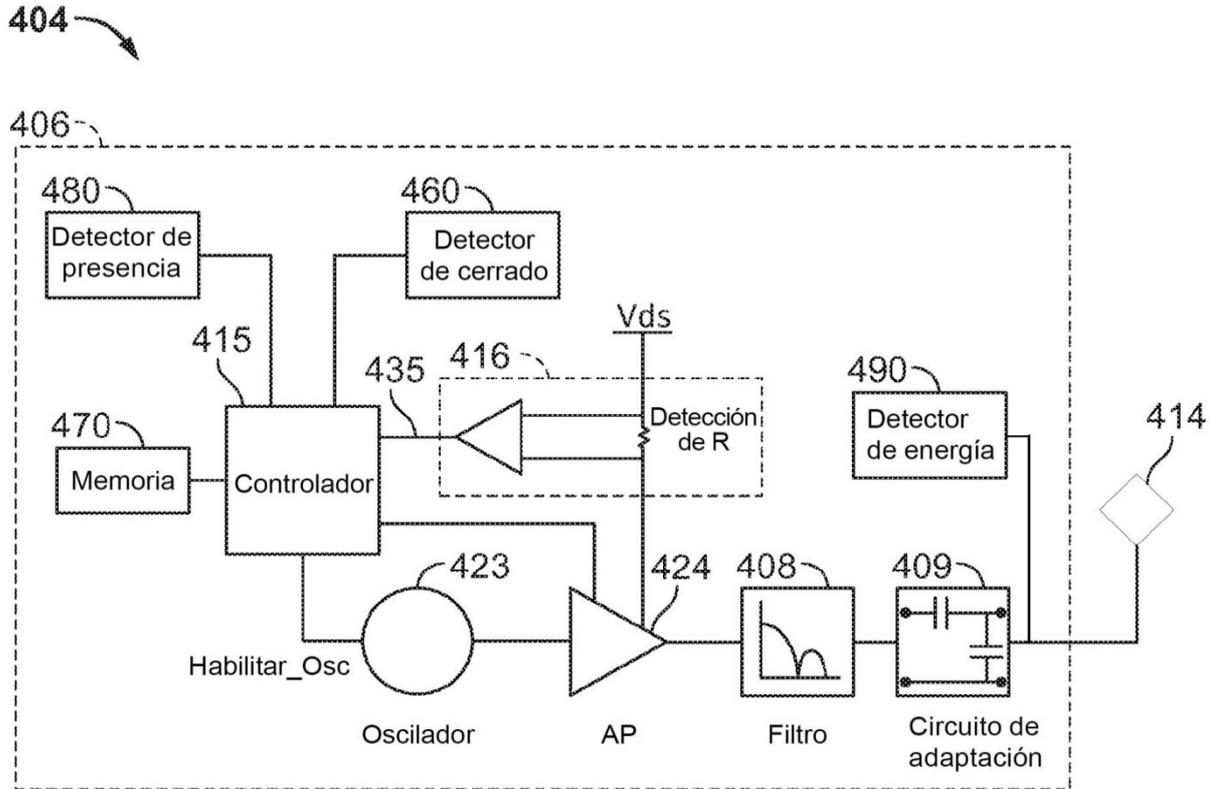


FIG. 4

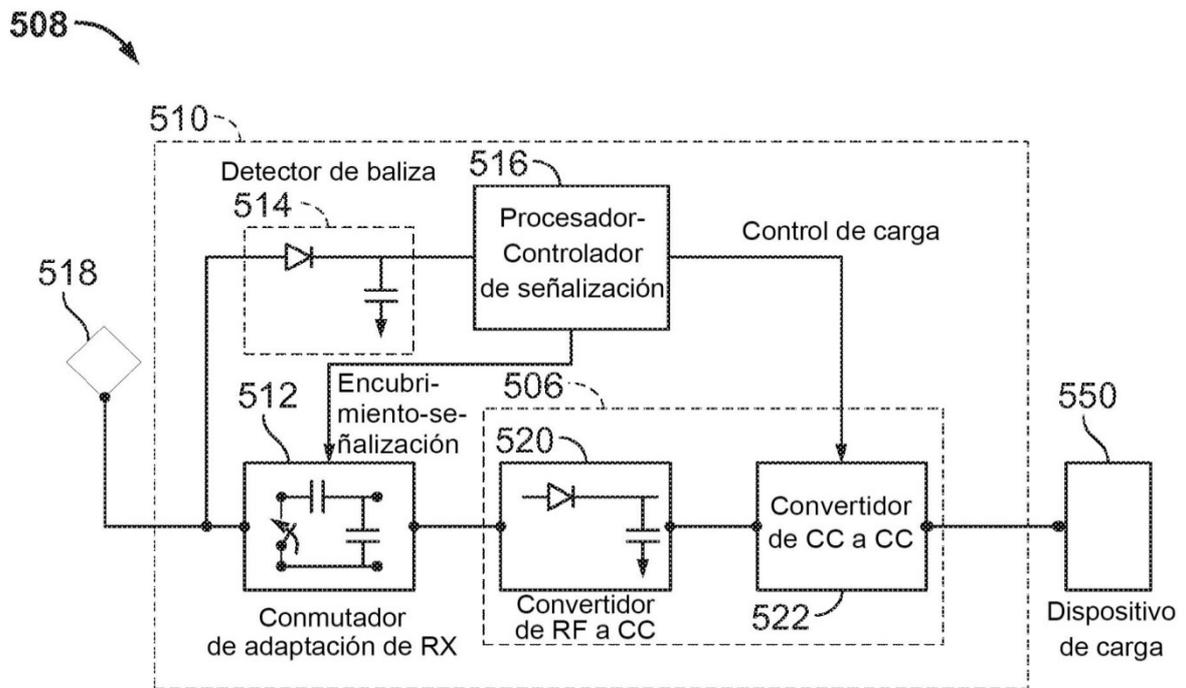


FIG. 5

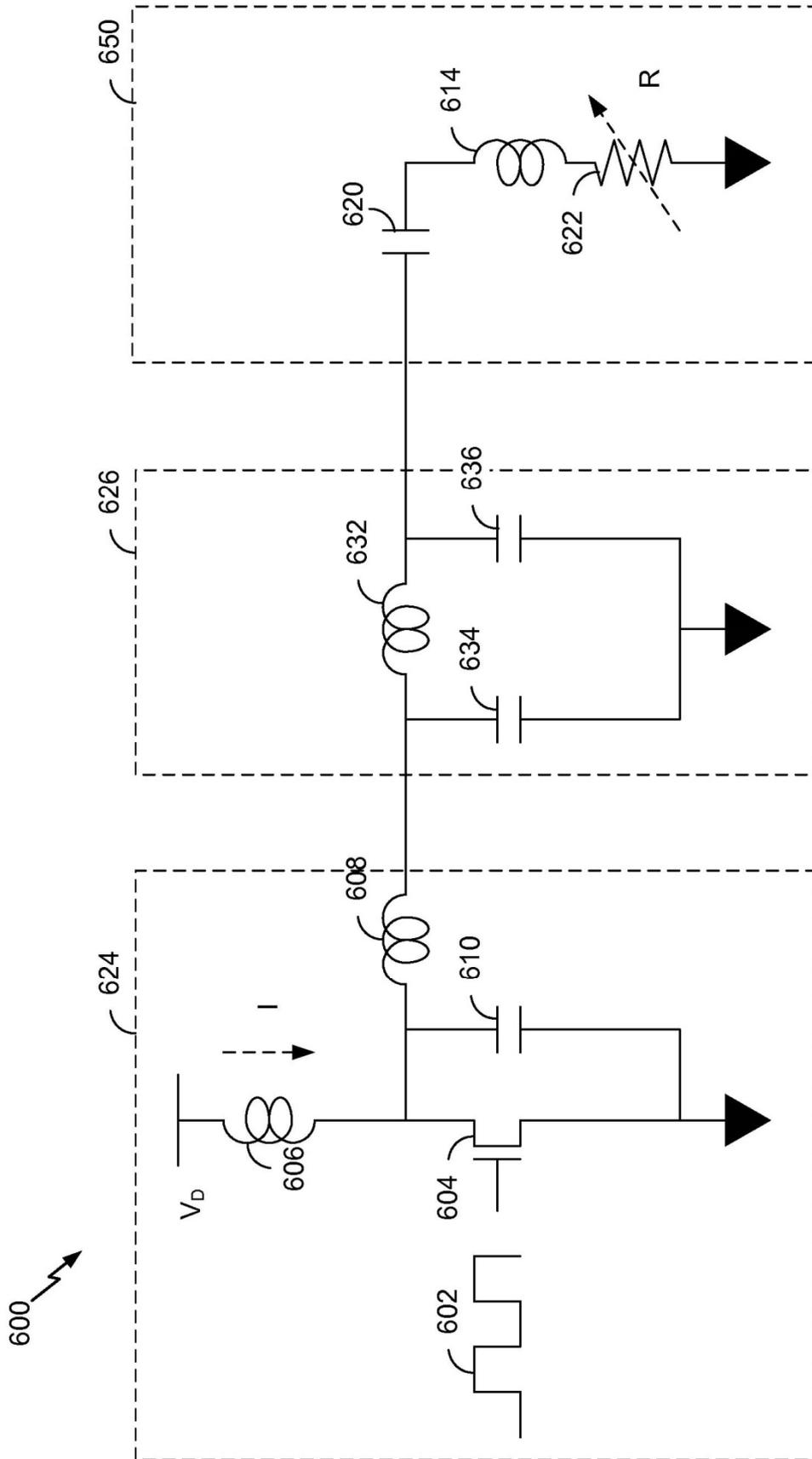


FIG. 6

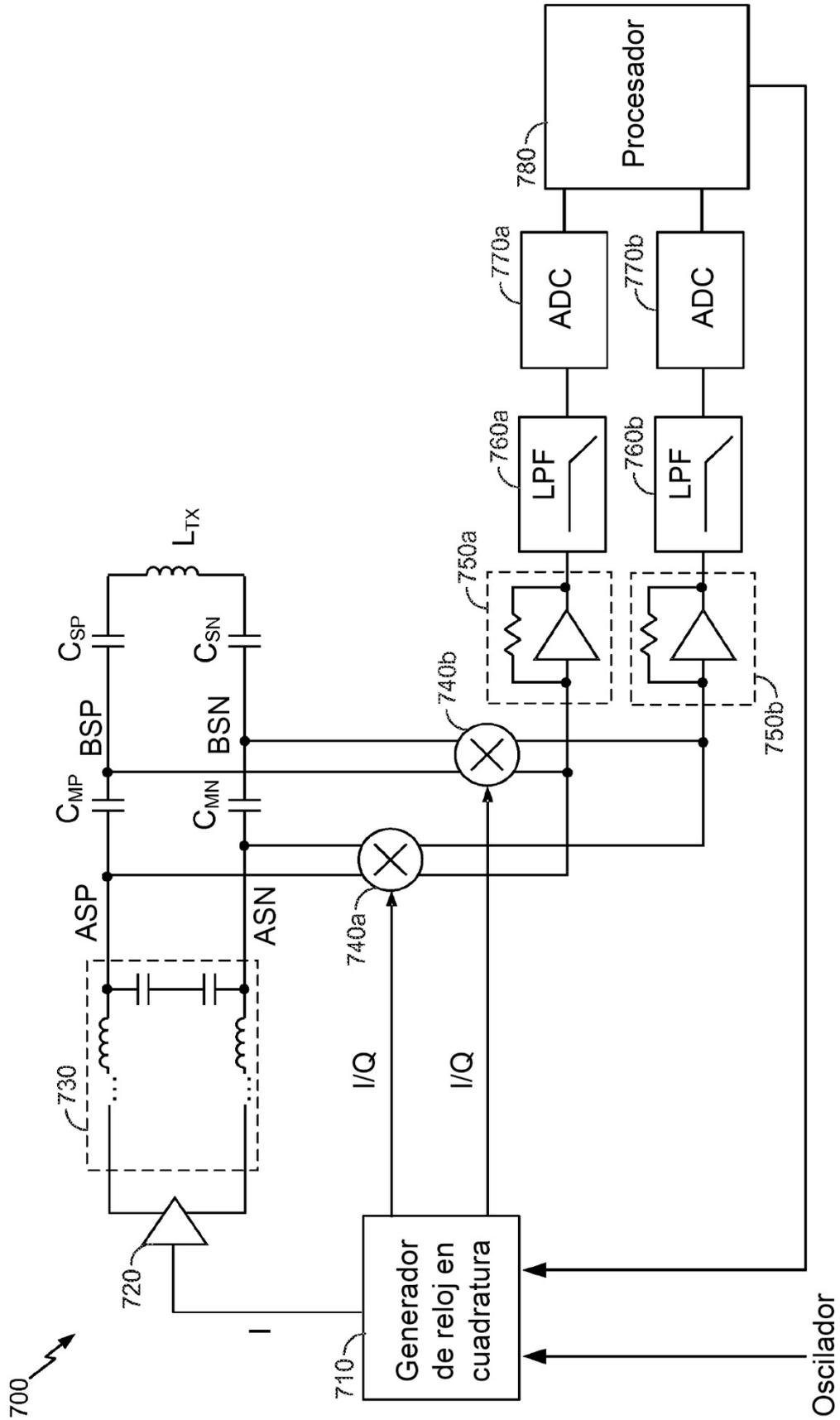


FIG. 7

1000 ↘

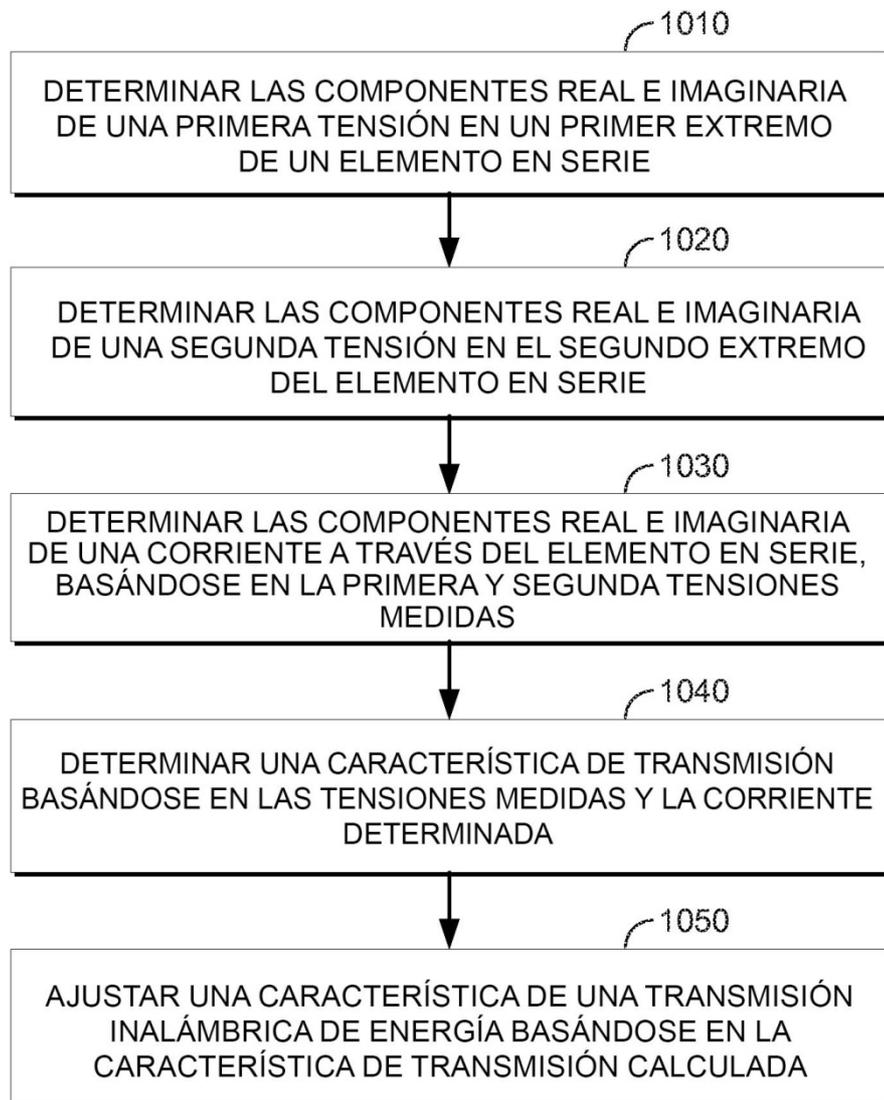


FIG. 10

1100

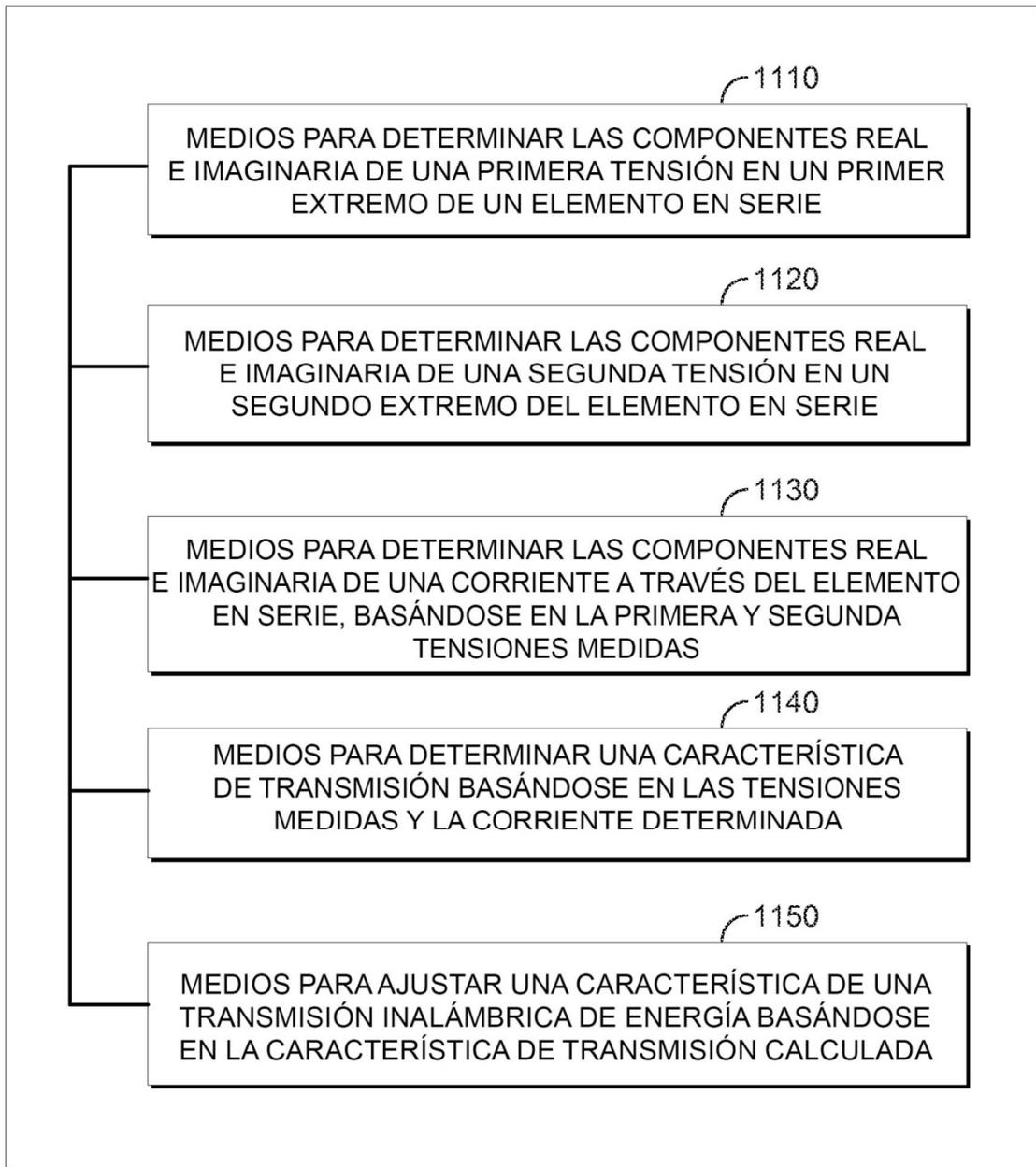


FIG. 11