

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 946 067**

51 Int. Cl.:

H02J 50/12 (2006.01)

H02J 50/80 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.01.2020** **PCT/EP2020/050003**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.07.2020** **WO20148096**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.01.2020** **E 20701252 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.03.2023** **EP 3912253**

54 Título: **Transferencia de potencia inalámbrica**

30 Prioridad:

16.01.2019 EP 19152176

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

12.07.2023

73 Titular/es:

KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)

High Tech Campus 52

5656 AG Eindhoven, NL

72 Inventor/es:

STARING, ANTONIUS, ADRIAAN, MARIA

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 946 067 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

Transferencia de potencia inalámbrica

5 Campo de la invención

La invención se refiere a un transmisor de potencia para proporcionar potencia de forma inalámbrica a un receptor de potencia a través de una señal de transferencia de potencia electromagnética, a un receptor de potencia para recibir potencia de forma inalámbrica desde un transmisor de potencia y también a métodos correspondientes.

10 Antecedentes de la invención

La mayoría de los productos eléctricos actuales requieren un contacto eléctrico dedicado para ser alimentados desde una fuente de alimentación externa. Sin embargo, esto tiende a ser poco práctico y requiere que el usuario inserte físicamente conectores o establezca de otro modo un contacto eléctrico físico. Por lo general, los requisitos de alimentación también difieren significativamente y, en la actualidad, la mayoría de los dispositivos son proporcionados con su propia fuente de alimentación dedicada, lo que hace que un usuario típico tenga un gran número de fuentes de alimentación diferentes y cada fuente de alimentación esté dedicada a un dispositivo específico. Aunque el uso de baterías internas puede evitar la necesidad de una conexión por cable a una fuente de alimentación durante el uso, esto solo proporciona una solución parcial ya que las baterías deberán recargarse (o reemplazarse). El uso de baterías también puede aumentar sustancialmente el peso y el coste potencial y el tamaño de los dispositivos.

Para proporcionar una experiencia de usuario significativamente mejorada, se ha propuesto utilizar una fuente de alimentación inalámbrica en donde la potencia se transfiere inductivamente desde una bobina transmisora en un dispositivo transmisor de potencia a una bobina receptora en los dispositivos individuales.

La transmisión de potencia a través de inducción magnética es un concepto muy conocido, que se aplica principalmente en transformadores que tienen un acoplamiento estrecho entre un inductor/bobina transmisor primario y una bobina receptora secundaria. Al separar la bobina transmisora primaria y la bobina receptora secundaria entre dos dispositivos, se hace posible la transferencia inalámbrica de potencia entre ellos, basándose en el principio de un transformador poco acoplado.

Esa disposición permite una transferencia de potencia inalámbrica al dispositivo sin requerir cables ni conexiones eléctricas físicas. De hecho, puede simplemente permitir que un dispositivo se coloque junto a, o encima de la bobina transmisora para recargarlo o alimentarlo externamente. Por ejemplo, los dispositivos transmisores de potencia pueden disponerse con una superficie horizontal en la que simplemente se puede colocar un dispositivo para que se alimente.

Además, tales disposiciones de transferencia de potencia inalámbrica pueden diseñarse favorablemente de manera que el dispositivo transmisor de potencia se pueda usar con una variedad de dispositivos receptores de potencia. En particular, se ha definido un enfoque de transferencia de potencia inalámbrica, conocido como Especificaciones Qi, y actualmente está en mayor desarrollo. Este enfoque permite que los dispositivos transmisores de potencia que cumplen con las especificaciones Qi se utilicen con dispositivos receptores de potencia que también cumplen con las especificaciones Qi sin que estos tengan que ser del mismo fabricante o estar dedicados entre sí. El estándar Qi incluye además algunas funciones para permitir que el funcionamiento se adapte al dispositivo receptor de potencia específico (por ejemplo, en función del consumo de potencia específico).

La especificación de Qi es desarrollada por el Consorcio de Energía Inalámbrica y se puede encontrar más información, por ejemplo, en su sitio web: <http://www.wirelesspowerconsortium.com/index.html>, donde se pueden encontrar en particular los documentos de especificaciones definidas.

Qi originalmente en la versión 1.0 definió la transferencia de potencia inalámbrica de baja potencia que en la práctica se limitaba a niveles de potencia más bajos por debajo de 5W. Esto se ha ampliado a niveles de potencia más altos en versiones posteriores y en la versión 1.2, por ejemplo, proporcionando pruebas de cumplimiento dirigidas a niveles de potencia de hasta 15 W.

Sin embargo, se desea admitir niveles de potencia aún más altos y, en algunos casos, se han introducido soluciones patentadas para lograrlo. Sin embargo, la mayoría de los enfoques sugeridos para admitir la transferencia de potencia inalámbrica de alto nivel de potencia tienden a ser subóptimos y pueden ocurrir una serie de desafíos o efectos no deseados. Por ejemplo, soportar un gran rango de potencia es un desafío. Por ejemplo, las variaciones

en la potencia proporcionada pueden ser difíciles de controlar en un amplio rango simplemente ajustando o limitando la corriente que se proporciona a una bobina transmisora de potencia. Otro desafío es garantizar que los efectos y las consecuencias de cambiar los parámetros y condiciones de funcionamiento, por ejemplo, cuando los niveles de potencia cambiantes son aceptables y por ejemplo, puede ser manejado por el receptor de potencia. Por ejemplo, un cambio sustancial y rápido en el voltaje de activación puede dar como resultado un transitorio en el voltaje inducido en el receptor de potencia, lo que podría causar una situación de sobrevoltaje (o subvoltaje).

Por lo tanto, sería ventajoso un enfoque mejorado para la transferencia de potencia inalámbrica, en particular, un enfoque que permita una mayor flexibilidad, un costo reducido, una complejidad reducida, un soporte mejorado para rangos de potencia amplios, un rendimiento de potencia transitorio mejorado, una adaptabilidad mejorada, compatibilidad con versiones anteriores, una operación de transferencia de potencia mejorada y/o rendimiento mejorado sería ventajoso.

El documento US 2016/268833 A1 describe un transmisor de potencia inalámbrico que proporciona potencia inalámbrica a un dispositivo electrónico, con un nivel de potencia y una configuración de potencia basados en la información de potencia inalámbrica recibida del dispositivo electrónico.

El documento WO 2014/171774 A1 describe un transmisor de potencia inalámbrico que proporciona potencia inalámbrica a dispositivos electrónicos en diferentes bandas de frecuencia, según las señales de respuesta recibidas de los dispositivos electrónicos.

Sumario de la invención

Por consiguiente, la invención busca preferiblemente mitigar, aliviar o eliminar una o más de las desventajas mencionadas con anterioridad individualmente o en cualquier combinación.

De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un transmisor de potencia para proporcionar potencia de forma inalámbrica a un receptor de potencia a través de una señal de transferencia de potencia electromagnética de acuerdo con el objeto de acuerdo con la reivindicación independiente 1.

La invención puede proporcionar un rendimiento mejorado y/o una transferencia de potencia mejorada en muchos escenarios. En muchas formas de realización, puede permitir una transferencia de potencia mejorada y más eficiente en una amplia gama de niveles de potencia. En muchas formas de realización, el enfoque puede soportar, permitir, mejorar o facilitar la transferencia de potencia inalámbrica de alta potencia.

En muchas formas de realización, se puede lograr una conmutación mejorada entre diferentes configuraciones de transferencia de potencia y, en particular, a menudo se puede mitigar el impacto de las condiciones transitorias y los cambios en los parámetros de transferencia de potencia. Específicamente, en muchas formas de realización y escenarios, se puede lograr una operación mejorada de subvoltaje/sobrevoltaje transitorio.

El conjunto de configuraciones de transferencia de potencia puede tener diferentes combinaciones de un límite máximo de potencia y una amplitud de voltaje para la señal de excitación en el sentido de que al menos uno de un límite máximo de potencia y una amplitud de voltaje es diferente para diferentes configuraciones de transferencia de potencia del conjunto de configuraciones de transferencia de potencia.

La primera configuración de transferencia de potencia es una configuración de transferencia de potencia candidata. La primera configuración de transferencia de potencia es diferente de una configuración de transferencia de potencia actual (siendo la configuración de transferencia de potencia en la que está trabajando actualmente el transmisor de potencia).

El controlador de configuración puede estar dispuesto para cambiar el transmisor de potencia de una configuración de transferencia de potencia actual a la primera configuración de transferencia de potencia en respuesta al mensaje de solicitud de cambio de configuración de transferencia de potencia. El controlador de configuración puede estar dispuesto para cambiar el transmisor de potencia a la primera configuración de transferencia de potencia en respuesta a la recepción del mensaje de solicitud de cambio de configuración de transferencia de potencia. El mensaje de solicitud de cambio de configuración de transferencia de potencia puede solicitar un cambio de un modo de transferencia de potencia actual al primer modo de transferencia de potencia.

El circuito de salida puede comprender o consistir en un circuito de resonancia (o tanque) que comprende la bobina transmisora. La bobina transmisora puede ser un componente resonante del circuito de resonancia. El circuito de

resonancia puede ser un circuito de resonancia en serie o un circuito de resonancia en paralelo. El circuito de resonancia puede incluir uno o más condensadores.

5 La amplitud de voltaje puede, por ejemplo, ser una amplitud de voltaje pico a pico, una amplitud pico y/o una semiamplitud. En algunas formas de realización, y para algunas señales, la amplitud de voltaje puede ser, por ejemplo, una amplitud cuadrática media o efectiva.

10 La amplitud de voltaje para una configuración de transferencia de potencia puede ser una amplitud de voltaje constante para la señal de excitación. El transmisor de potencia puede estar dispuesto para controlar un nivel de potencia de la señal de transferencia de potencia variando al menos uno de la frecuencia, el ciclo de trabajo y la amplitud de corriente de la señal de excitación. La amplitud de voltaje puede ser constante/fija para una configuración de transferencia de potencia dada.

15 En algunas formas de realización, la amplitud de voltaje para una configuración de transferencia de potencia puede ser un rango de amplitud de voltaje para la señal de excitación. Por ejemplo, la amplitud de voltaje para cada configuración de transferencia de potencia puede ser un límite de amplitud de voltaje máximo y/o un límite de amplitud de voltaje mínimo. En algunas formas de realización, la amplitud de voltaje para la primera configuración de transferencia de potencia proporcionada en el mensaje de configuración de potencia puede ser una indicación de un rango de amplitud de voltaje y/o un límite de amplitud de voltaje máximo/mínimo para la primera configuración de transferencia de potencia. En algunas formas de realización, la amplitud de voltaje para la primera configuración de transferencia de potencia proporcionada en el mensaje de configuración de potencia puede ser una indicación de una amplitud de voltaje nominal o inicial para la señal de excitación después de cambiar a la primera configuración de transferencia de potencia.

25 De acuerdo con una característica opcional de la invención, los datos son indicativos de una diferencia relativa entre la amplitud de voltaje para la primera configuración de transferencia de potencia y una amplitud de voltaje para una configuración de transferencia de potencia actual.

30 Esto puede proporcionar un rendimiento mejorado en muchas formas de realización. Puede permitir un compromiso más eficiente entre precisión y ancho de banda de comunicación en muchas formas de realización, y puede proporcionar información particularmente relevante para el rendimiento transitorio cuando se cambian las configuraciones de transferencia de potencia.

35 De acuerdo con una característica opcional de la invención, los datos son indicativos de una relación entre la amplitud de voltaje para la primera configuración de transferencia de potencia y la amplitud de voltaje para la configuración de transferencia de potencia actual.

40 Esto puede proporcionar un rendimiento mejorado en muchas formas de realización. Puede permitir un compromiso más eficiente entre precisión y ancho de banda de comunicación en muchas formas de realización y puede proporcionar información particularmente relevante para el rendimiento transitorio cuando se cambian las configuraciones de transferencia de potencia.

45 De acuerdo con una característica opcional de la invención, la primera configuración de transferencia de potencia es una configuración de transferencia de potencia del conjunto de configuraciones de transferencia de potencia que tiene un límite máximo de potencia que es al menos uno del siguiente límite superior de potencia máxima y el siguiente límite inferior de potencia máxima para un límite máximo de potencia de una configuración de transferencia de potencia actual.

50 Esto puede proporcionar una operación particularmente eficiente en muchas formas de realización. En particular, puede proporcionar un enfoque eficiente para controlar la variación dinámica del nivel de potencia que puede admitir una amplia gama de niveles de potencia y mantener requisitos de comunicación bajos. Puede restringir los cambios de nivel de potencia para reducir las propiedades transitorias y/o reducir el requisito de comunicación, por ejemplo, al permitir que no sea necesario proporcionar más información que la amplitud del voltaje para las configuraciones de transferencia de potencia candidatas.

55 De acuerdo con una característica opcional de la invención, el mensaje de configuración de potencia comprende datos indicativos de una amplitud de voltaje para una segunda configuración de transferencia de potencia del conjunto de configuraciones de transferencia de potencia, siendo la primera configuración de transferencia de potencia una configuración de transferencia de potencia del conjunto de configuraciones de transferencia de potencia que tienen un límite de potencia máxima que es el siguiente límite de potencia máxima superior para un límite de potencia máxima de una configuración de transferencia de potencia actual y siendo la segunda

60

configuración de transferencia de potencia una configuración de transferencia de potencia del conjunto de configuraciones de transferencia de potencia que tienen un límite de potencia máxima que es el siguiente límite inferior de potencia máxima para el límite de potencia máxima de la configuración de transferencia de potencia actual.

5 Esto puede proporcionar una operación particularmente eficiente en muchas formas de realización. El mensaje de modo de potencia puede proporcionar específicamente la información para las configuraciones de transferencia de potencia más cercanas (en términos de límite máximo de potencia) disponibles para el transmisor de potencia para aumentar y disminuir respectivamente el nivel de potencia.

10 De acuerdo con una característica opcional de la invención, un valor predeterminado de los datos indicativos de la amplitud de voltaje indica que el conjunto de configuraciones de transferencia de potencia no comprende una configuración de transferencia de potencia que tiene un límite de potencia máxima más alto que un límite de potencia máxima de un configuración actual de transferencia de potencia.

15 Esto puede permitir una comunicación particularmente eficiente de la disponibilidad de configuraciones de transferencia de potencia.

20 En algunas formas de realización, un valor predeterminado de los datos indicativos de la amplitud de voltaje indica que el conjunto de configuraciones de transferencia de potencia no comprende una configuración de transferencia de potencia que tiene un límite de potencia máximo más bajo que un límite de potencia máximo de una configuración de transferencia de potencia actual.

25 Esto puede permitir una comunicación particularmente eficiente de la disponibilidad de configuraciones de transferencia de potencia.

En algunas formas de realización, un valor predeterminado de los datos indicativos de la amplitud de voltaje es indicativo de que no hay cambio en la amplitud de voltaje para la primera configuración de transferencia de potencia con respecto a una amplitud de voltaje para una configuración de transferencia de potencia actual.

30 De acuerdo con una característica opcional de la invención, el controlador de configuración está dispuesto para transmitir el mensaje de configuración de potencia en respuesta a la detección de que una característica operativa de la transferencia de potencia cumple un criterio.

35 Esto puede proporcionar un rendimiento y una operación particularmente ventajosos en muchas formas de realización. El enfoque puede admitir el cambio iniciado por el transmisor de potencia de la configuración de transferencia de potencia al tiempo que garantiza que esto se haga en colaboración con el receptor de potencia, reduciendo así el riesgo de efectos no deseados en el receptor de potencia.

40 Las características operativas de la transferencia de potencia pueden ser específicamente un parámetro indicativo de un nivel de potencia actual de la señal de transferencia de potencia (para la configuración de transferencia de potencia actual), como, por ejemplo, un parámetro indicativo de una frecuencia o una corriente de la señal de excitación.

45 De acuerdo con una característica opcional de la invención, el controlador de configuración está dispuesto para transmitir el mensaje de configuración de potencia en respuesta a la detección de que el nivel de potencia actual del transmisor de potencia supera un umbral, dependiendo el umbral de un límite de potencia máxima de un configuración actual de transferencia de potencia.

50 Esto puede proporcionar un rendimiento y una operación particularmente ventajosos en muchas formas de realización. El enfoque puede admitir el cambio iniciado por el transmisor de potencia de la configuración de transferencia de potencia al tiempo que garantiza que esto se haga en colaboración con el receptor de potencia, reduciendo así el riesgo de efectos no deseados en el receptor de potencia.

55 De acuerdo con una característica opcional de la invención, el controlador de configuración está dispuesto para transmitir el mensaje de configuración de potencia en respuesta a la recepción de un mensaje de solicitud de información de configuración de potencia desde el receptor de potencia.

60 Esto puede proporcionar un rendimiento y una operación particularmente ventajosos en muchas formas de realización. El enfoque puede soportar el cambio iniciado por el receptor de potencia de la configuración de transferencia de potencia al tiempo que garantiza que esto se haga en colaboración con el transmisor de potencia.

De acuerdo con una característica opcional de la invención, el controlador de configuración está dispuesto para cambiar el transmisor de potencia a la primera configuración de transferencia de potencia después de haber transmitido un mensaje de acuse de recibo al receptor de potencia, el mensaje de acuse de recibo reconoce un mensaje de solicitud recibido del receptor de potencia.

Esto puede proporcionar un rendimiento y una operación particularmente ventajosos en muchas formas de realización.

Según un aspecto de la invención, se proporciona un receptor de potencia para recibir potencia de forma inalámbrica desde un transmisor de potencia a través de una señal de transferencia de potencia electromagnética según el objeto de acuerdo con la reivindicación independiente 11.

De acuerdo con una característica opcional de la invención, el controlador de configuración está dispuesto para controlar la transferencia de potencia para cambiar un voltaje inducido sobre la bobina receptora de potencia antes de un cambio en la configuración de transferencia de potencia a la primera configuración de transferencia de potencia.

Esto puede proporcionar un rendimiento y una operación particularmente ventajosos en muchas formas de realización. En muchos escenarios, puede compensar o mitigar las variaciones transitorias de voltaje y, por ejemplo, evitar condiciones de bajo o sobrevoltaje.

De acuerdo con una característica opcional de la invención, el controlador de configuración está dispuesto para cambiar una impedancia de carga para la bobina receptora de potencia antes de un cambio en la configuración de transferencia de potencia a la primera configuración de transferencia de potencia.

Esto puede proporcionar un rendimiento y una operación particularmente ventajosos en muchas formas de realización.

De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un método de funcionamiento de un transmisor de potencia que proporciona potencia de forma inalámbrica a un receptor de potencia a través de una señal de transferencia de potencia electromagnética según el objeto de acuerdo con la reivindicación independiente 14.

De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un método de funcionamiento de un receptor de potencia que recibe potencia de forma inalámbrica desde un transmisor de potencia a través de una señal de transferencia de potencia electromagnética según el objeto de acuerdo con la reivindicación independiente 15.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un sistema inalámbrico de transferencia de potencia para proporcionar potencia de forma inalámbrica a un receptor de potencia desde un transmisor de potencia a través de una señal de transferencia de potencia electromagnética de acuerdo con el objeto de acuerdo con la reivindicación 16.

Estos y otros aspectos, características y ventajas de la invención serán evidentes y se explicarán con referencia a las formas de realización descritas a continuación.

Breve descripción de los dibujos

Los modos de realización de la invención se describirán, solo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos, en los que

FIG. 1 ilustra un ejemplo de elementos de un sistema de transferencia de potencia de acuerdo con algunas formas de realización de la invención;

FIG. 2 ilustra un ejemplo de un conjunto de configuraciones de transferencia de potencia para un transmisor de potencia de acuerdo con algunas formas de realización de la invención;

FIG. 3 ilustra un ejemplo de elementos de un transmisor de potencia de acuerdo con algunas formas de realización de la invención;

FIG. 4 ilustra un ejemplo de elementos de una etapa de salida de un transmisor de potencia;

FIG. 5 ilustra un ejemplo de elementos de una etapa de salida de un transmisor de potencia;

FIG. 6 ilustra un ejemplo de elementos de un receptor de potencia de acuerdo con algunas formas de realización de la invención;

FIG. 7 ilustra un ejemplo de un mensaje de configuración de potencia de acuerdo con algunas formas de realización de la invención;

FIG. 8 ilustra un ejemplo de un mensaje de solicitud de cambio de configuración de transferencia de potencia de acuerdo con algunas formas de realización de la invención;

FIG. 9 ilustra un ejemplo de un intercambio de mensajes de acuerdo con algunas formas de realización de la invención; y

5 FIG. 10 ilustra un ejemplo de un intercambio de mensajes de acuerdo con algunas formas de realización de la invención.

Descripción detallada de las formas de realización

10 La siguiente descripción se centra en formas de realización de la invención aplicables a un sistema inalámbrico de transferencia de potencia que utiliza un enfoque de transferencia de potencia como el conocido por la especificación Qi. Sin embargo, se apreciará que la invención no se limita a esta aplicación, sino que se puede aplicar a muchos otros sistemas inalámbricos de transferencia de potencia.

15 FIG. 1 ilustra un ejemplo de un sistema de transferencia de potencia de acuerdo con algunas formas de realización de la invención. El sistema de transferencia de potencia comprende un transmisor de potencia 101 que incluye (o está acoplado a) una bobina del transmisor / inductor 103. El sistema comprende además un receptor de potencia 105 que incluye (o está acoplado a) una bobina receptora/inductor 107.

20 El sistema proporciona una señal de transferencia de potencia electromagnética que puede transferir potencia inductivamente desde el transmisor 101 de potencia al receptor de potencia 105. Específicamente, el transmisor de potencia 101 genera una señal electromagnética, que se propaga como un flujo magnético por la bobina del transmisor o el inductor 103 (que normalmente forma parte de un circuito de salida en forma de circuito de resonancia o tanque). La señal de transferencia de potencia puede corresponder al componente de transferencia de potencia electromagnética que representa la transferencia de energía desde el transmisor de potencia al receptor de potencia, y puede considerarse que corresponde al componente del campo electromagnético generado que
25 transfiere potencia desde el transmisor de potencia al receptor de potencia. Por ejemplo, si no hay carga de la bobina del receptor 107, el receptor de potencia no extraerá potencia del campo electromagnético generado (aparte de las pérdidas). En tal escenario, la excitación de la bobina transmisora 103 puede generar un campo electromagnético de una intensidad de campo potencialmente alta, pero el nivel de potencia de la señal de transferencia de potencia será cero (aparte de las pérdidas). En algunas situaciones, cuando hay un objeto extraño presente, se puede considerar que la señal de transferencia de potencia incluye un componente correspondiente a la transferencia de potencia al objeto extraño y, por lo tanto, se puede considerar que la señal de transferencia de potencia corresponde a la potencia que se extrae del campo electromagnético generado por el transmisor de
30 potencia.

La señal de transferencia de potencia puede tener normalmente una frecuencia entre alrededor de 20 kHz y alrededor de 500 kHz, y a menudo para sistemas compatibles con Qi normalmente en el rango de 95 kHz a 205 kHz (o por ejemplo, para aplicaciones de cocina de alta potencia, la frecuencia puede estar normalmente en el rango
40 entre 20 kHz y 80 kHz). La bobina transmisora 103 y la bobina receptora de potencia 107 están acopladas de manera holgada y, por lo tanto, la bobina receptora de potencia 107 recoge (al menos parte de) la señal de transferencia de potencia del transmisor de potencia 101. Por lo tanto, la potencia se transfiere desde el transmisor de potencia 101 al receptor de potencia 105 mediante un acoplamiento inductivo inalámbrico desde la bobina transmisora 103 a la bobina receptora de potencia 107. El término señal de transferencia de potencia se utiliza
45 principalmente para referirse a la señal inductiva/campo magnético entre la bobina transmisora 103 y la bobina receptora de potencia 107 (la señal de flujo magnético).

En el ejemplo, el receptor de potencia 105 es específicamente un receptor de potencia que recibe potencia a través de la bobina receptora 107. Sin embargo, en otras formas de realización, el receptor de potencia 105 puede
50 comprender un elemento metálico, tal como un elemento calefactor metálico, en cuyo caso la señal de transferencia de potencia induce directamente corrientes de Foucault que dan como resultado un calentamiento directo del elemento.

El sistema está dispuesto para transferir niveles de potencia sustanciales y, específicamente, el transmisor de potencia puede soportar niveles de potencia superiores a 500 mW, 1W, 5W, 50W, 100W o 500W en muchas formas de realización. Por ejemplo, para las aplicaciones correspondientes de Qi, las transferencias de potencia pueden estar normalmente en el rango de potencia de 1-5W para aplicaciones de baja potencia (perfil de potencia de referencia), hasta 15W para la versión 1.2 de la especificación Qi, en el rango de hasta 100W para aplicaciones de potencia más alta, tales como herramientas eléctricas, ordenadores portátiles, drones, robots, etc., y de más de 100
60 W y hasta más de 1000W para aplicaciones de potencia muy alta, como por ejemplo aplicaciones de cocina.

A continuación, el funcionamiento del transmisor de potencia 101 y el receptor de potencia 105 se describirán con referencia específica a una realización generalmente de acuerdo con la especificación Qi (salvo las modificaciones y mejoras aquí descritas (o consecuentes)) o adecuada para la especificación de cocina de mayor potencia desarrollada por Wireless Power Consortium. En particular, el transmisor de potencia 101 y el receptor de potencia 105 pueden seguir, o ser sustancialmente compatibles con, elementos de la especificación Qi versión 1.0, 1.1 o 1.2 (salvo las modificaciones y mejoras aquí descritas (o consecuentes)).

El sistema de la FIG. 1 está dispuesto para soportar la transferencia de potencia con una amplia gama de niveles de potencia. El sistema soporta esto porque el transmisor de potencia puede operar en una pluralidad de diferentes configuraciones de transferencia de potencia, correspondiendo estas a diferentes niveles de potencia.

Específicamente, algunas de las configuraciones de transferencia de potencia usan diferentes amplitudes de voltaje para impulsar el circuito de salida con la bobina transmisora 103. Convencionalmente, el circuito de salida es un circuito de resonancia en serie con la bobina transmisora formando el componente resonante inductivo y con el circuito de resonancia en serie impulsado por una señal de excitación con una amplitud de voltaje constante y con el nivel de potencia determinado y variado al variar la corriente proporcionada al circuito de salida, ya sea directa o indirectamente, por ejemplo, variando una frecuencia de excitación o un ciclo de trabajo de la señal de excitación. Sin embargo, las grandes variaciones del nivel de potencia se vuelven difíciles de soportar de esta manera ya que la variación requerida en la corriente se vuelve difícil de lograr y controlar. Por lo tanto, el sistema de la FIG. 1 permite que el transmisor de potencia 101 cambie entre diferentes configuraciones de transferencia de potencia que pueden corresponder a diferentes límites máximos de potencia y usar diferentes amplitudes de voltaje para la señal de excitación a la bobina del transmisor 103. Específicamente, para una configuración de transferencia de potencia dada, la amplitud de voltaje de la señal de excitación puede ser constante pero la amplitud de voltaje puede ser diferente para diferentes configuraciones de transferencia de potencia. El límite máximo de potencia puede ser un límite superior en la potencia de la señal de transferencia de potencia que se admite cuando se encuentra en la configuración de transferencia de potencia actual. El límite de potencia puede imponerse restringiendo una corriente de la señal de excitación proporcionada a la bobina transmisora 103. Así, un límite máximo de potencia puede corresponder a un límite máximo de corriente.

La amplitud del voltaje puede ser pico a pico, un pico o una semi-amplitud para la señal de excitación, y la señal de excitación puede ser, en muchas formas de realización, una onda cuadrada o una onda rectangular. Específicamente, la señal de excitación puede ser una señal que tenga un valor de $+V_a$, -amplitud de voltaje, o 0, donde V_a es la amplitud de voltaje (pico). La señal de control puede tener una media de 0. En algunas formas de realización, la señal de excitación puede ser una forma de onda diferente, como por ejemplo, una onda sinusoidal, una onda triangular, etc.

Por lo tanto, el transmisor de potencia 101 puede disponerse para operar en una de una pluralidad de configuraciones de transferencia de potencia donde cada configuración de transferencia de potencia puede corresponder específicamente a una combinación diferente de una amplitud de voltaje de señal de excitación y un límite de potencia máximo (y por lo tanto un límite de corriente máximo). Por ejemplo, como se ilustra en la FIG. 2, el transmisor de potencia 101 puede disponerse para operar en una de n configuraciones diferentes de transferencia de potencia, teniendo cada configuración un límite de potencia máximo asociado y una amplitud de voltaje de señal de excitación fija. Por ejemplo, el transmisor de potencia 101 puede estar dispuesto para seleccionar una configuración de transferencia de potencia actual de un conjunto de configuraciones de transferencia de potencia que tienen los siguientes límites máximos de potencia/límites máximos de corriente y amplitudes de voltaje de señal de excitación (en el ejemplo, los valores efectivos de la amplitud de voltaje y límite máximo de corriente).

- 5 V, 1.5 A (7.5 W)
- 9 V, 1 A (9 W)
- 5 V, 2 A (10 W)
- 12 V, 1 A (12 W)
- 9V, 2A (18W)
- 12 V, 1.5 A (18 W)
- 19 V, 1 A (19 W)
- 12 V, 2 A (24 W)
- 19 V, 2 A (38 W)
- 19 V, 3 A (57 W)

El transmisor de potencia 101 puede por tanto estar dispuesto para operar en una de un conjunto de configuraciones de transferencia de potencia con diferentes amplitudes de voltaje, donde se necesitan amplitudes de voltaje más altas para lograr niveles de potencia más altos.

FIG. 3 ilustra elementos del transmisor de potencia 101 de la FIG. 1 en forma más detallada.

El transmisor de potencia 101 incluye un controlador 301 que puede generar una señal de excitación que se alimenta a un circuito de salida que, en el ejemplo, es un circuito de resonancia formado por la bobina transmisora 103 y un condensador transmisor 302. La bobina transmisora 103, al volver a ser impulsada por la señal de excitación, genera un campo electromagnético y, por lo tanto, la señal de transferencia de potencia electromagnética que proporciona transferencia de potencia al receptor de potencia 105. La señal de transferencia de potencia se proporciona (al menos) durante una fase de transferencia de potencia.

El controlador 301 es típicamente un circuito de activación en forma de inversor que genera una señal alterna a partir de un voltaje de CC. La salida del controlador 301 es típicamente un puente de conmutación que genera la señal de excitación mediante la conmutación apropiada de conmutadores del puente de conmutación. FIG. 4 muestra un puente conmutador/inversor de medio puente. Los interruptores S1 y S2 se controlan de manera que nunca se cierran al mismo tiempo. Alternativamente, S1 está cerrado mientras S2 está abierto y S2 está cerrado mientras S1 está abierto. Los interruptores se abren y cierran con la frecuencia deseada, generando así una señal alterna en la salida. Normalmente, la salida del inversor se conecta al inductor del transmisor a través de un condensador de resonancia. FIG. 5 muestra un puente conmutador/inversor de puente completo. Los interruptores S1 y S2 se controlan de manera que nunca se cierran al mismo tiempo. Los interruptores S3 y S4 se controlan de manera que nunca se cierran al mismo tiempo. Alternativamente, los interruptores S1 y S4 están cerrados mientras S2 y S3 están abiertos, y luego S2 y S3 están cerrados mientras S1 y S4 están abiertos, creando así una señal de onda cuadrada en la salida. Los interruptores se abren y cierran con la frecuencia deseada.

El controlador 301 genera así una señal de excitación para el circuito de resonancia de salida y, por lo tanto, para la bobina transmisora 103. La señal de excitación tiene una amplitud de voltaje (sustancialmente) constante para una configuración de transferencia de potencia dada. En el ejemplo, la amplitud de voltaje constante se logra estableciendo un voltaje de riel constante para el circuito de salida del controlador, es decir, el voltaje de riel V para los puentes de las FIG. 4 y 5 es constante para una configuración de transferencia de potencia dada. La conmutación por los transistores de puente cambia respectivamente el voltaje de salida entre 0 y V para el medio puente y entre V y -V para el puente completo. Por lo tanto, en el ejemplo, el transmisor de potencia puede configurar el voltaje del riel para que sea constante para cualquier configuración de transferencia de potencia dada pero (posiblemente) varíe entre las configuraciones de transferencia de potencia.

El transmisor de potencia 101 comprende además un controlador del transmisor de potencia 303 que está dispuesto para controlar el funcionamiento del transmisor de potencia 101 de acuerdo con los principios de funcionamiento deseados. Específicamente, el transmisor de potencia 101 puede incluir muchas de las funciones necesarias para realizar el control de potencia de acuerdo con las especificaciones de Qi.

El controlador del transmisor de potencia 303 está dispuesto en particular para controlar la generación de la señal de excitación por parte del controlador 301. El controlador del transmisor de potencia 303 puede establecer específicamente el voltaje del riel para el accionamiento correspondiente a la configuración de transferencia de potencia específica en la que está funcionando actualmente el transmisor de potencia.

El controlador del transmisor de potencia 303 puede además controlar dinámicamente el nivel de potencia de la señal de excitación y, por lo tanto, de la señal de transferencia de potencia generada por la bobina del transmisor 103. El controlador de transmisor de potencia 303 comprende específicamente un controlador de bucle de potencia que controla un nivel de potencia de la señal de transferencia de potencia en respuesta a los mensajes de control de potencia recibidos desde el receptor de potencia 105 durante la fase de control de potencia. El control del nivel de potencia puede lograrse específicamente controlando una corriente de la señal de excitación o, más típicamente, controlando un ciclo de trabajo o frecuencia de la señal de excitación. En el último ejemplo, el nivel de potencia puede incrementarse desplazando la frecuencia más cerca de una frecuencia de resonancia para el circuito de resonancia de salida que comprende la bobina transmisora 103 (y/o una frecuencia de resonancia de un circuito de resonancia del receptor de potencia 105 que incluye el receptor bobina 107) y disminuyó al alejar más la frecuencia de la frecuencia de resonancia.

Además, el controlador del transmisor de potencia 303 puede, para una configuración de transferencia de potencia dada, limitar el nivel de potencia a un nivel de potencia máximo. Esto normalmente se hace limitando la corriente de la señal de la unidad. La corriente se puede limitar de forma activa o, en algunas formas de realización, el límite máximo de potencia puede ser indirecto (potencialmente incluso no intencionado) y, por ejemplo, debido a un límite práctico en la corriente que se puede proporcionar al conductor por una fuente de alimentación. En algunas formas de realización, el límite de potencia máxima puede ser una restricción impuesta por el algoritmo de control, por

ejemplo, para garantizar que no se excedan las capacidades térmicas de los transistores de puente conmutador. Por ejemplo, para un sistema en el que el nivel de potencia se controla controlando la frecuencia y/o el ciclo de trabajo de la señal de transmisión/señal de transferencia de potencia, el controlador puede monitorear continuamente el nivel de potencia y adaptar la frecuencia sujeto a un requisito de que el nivel de potencia no excede el límite máximo de potencia para la configuración actual de transferencia de potencia.

Para recibir datos y mensajes del receptor de potencia 105, el transmisor de potencia 101 comprende un primer receptor 305 que está dispuesto para recibir datos y mensajes del receptor de potencia 105 (como apreciará el experto, un mensaje de datos puede proporcionar uno o más bits de información). En el ejemplo, el receptor de potencia 105 está dispuesto para modular la carga de la señal de transferencia de potencia generada por la bobina transmisora 103, y el comunicador 305 está dispuesto para detectar variaciones en el voltaje y/o la corriente de la bobina transmisora 103 y para demodular la modulación de carga basada en los mismos. El experto conocerá los principios de la modulación de la carga, tal y como se utiliza, por ejemplo, en los sistemas de transferencia de potencia inalámbrica Qi, por lo que no se describirán con más detalle.

El transmisor de potencia 101 está dispuesto además para transmitir datos al receptor de potencia 105 y, en consecuencia, comprende un primer transmisor 307 que está dispuesto para transmitir datos al receptor de potencia, por ejemplo, modulando específicamente la señal de excitación y, por lo tanto, la señal de transferencia de potencia usando modulación de frecuencia, amplitud y/o fase.

Se apreciará que en otras formas de realización se pueden utilizar otros enfoques para comunicar datos entre el transmisor de potencia 101 y el receptor de potencia 105. Por ejemplo, en algunas formas de realización, la comunicación se puede realizar usando un canal de comunicación separado que se puede lograr usando una bobina de comunicación separada, o incluso usando la bobina transmisora 103. Por ejemplo, en algunas formas de realización, se puede implementar la comunicación de campo cercano o se puede superponer una portadora de alta frecuencia (por ejemplo, con una frecuencia portadora de 13,56 MHz) en la señal de transferencia de potencia.

El transmisor de potencia 101 comprende además un primer controlador de configuración 309 que está dispuesto para controlar en qué configuración de transferencia de potencia está operando el transmisor de potencia 101 y, por lo tanto, está específicamente dispuesto para cambiar el transmisor de potencia 101 entre las diferentes configuraciones de transferencia de potencia del conjunto de posibles configuraciones de transferencia de potencia.

FIG. 6 ilustra algunos elementos ejemplares del receptor de potencia 105.

La bobina receptora 107 está acoplada a un controlador del receptor de potencia 601 que acopla la bobina receptora 107 a una carga 603. El controlador del receptor de potencia 601 incluye una ruta de control de potencia que convierte la potencia extraída por la bobina del receptor 107 en una fuente adecuada para la carga. Además, el controlador del receptor de potencia 601 puede incluir varias funciones del controlador del receptor de potencia necesarias para realizar la transferencia de potencia y, en particular, las funciones necesarias para realizar la transferencia de potencia según las especificaciones Qi.

El receptor de potencia 105 comprende además un segundo receptor 605 que está dispuesto para recibir datos transmitidos desde el transmisor de potencia 101. En el ejemplo, el segundo receptor 605 está dispuesto para demodular la modulación de amplitud, frecuencia y/o fase de la señal de transferencia de potencia según corresponda para recuperar los datos transmitidos desde el transmisor de potencia.

Para apoyar la comunicación desde el receptor de potencia 105 al transmisor de potencia 101, el receptor de potencia 105 comprende un segundo transmisor 607. El segundo transmisor 607 está dispuesto para transmitir datos al transmisor de potencia variando la carga de la bobina receptora 107 en respuesta a los datos que se transmitirán al transmisor de potencia 101. Como sabrá el experto en la técnica, las variaciones de carga son detectadas y demoduladas por el transmisor de potencia 101.

Como se mencionó anteriormente, en otras formas de realización se pueden usar otros métodos de comunicación, como por ejemplo, se puede utilizar un enfoque de comunicación de corto alcance separado y dedicado, como NFC.

El receptor de potencia 105 comprende además un segundo controlador de configuración 609 que está dispuesto para soportar el uso de diferentes configuraciones de transferencia de potencia, y específicamente puede soportar y controlar la conmutación del transmisor de potencia 101 entre diferentes configuraciones de transferencia de potencia.

Así, en el sistema de la FIG. 1, se puede utilizar una gama de diferentes configuraciones de transferencia de potencia con diferentes niveles máximos de potencia para la transferencia de potencia, proporcionando así una gama potencialmente amplia de niveles de potencia soportados, incluidos niveles de potencia bastante altos. Además, el transmisor de potencia y el receptor de potencia pueden estar dispuestos para cambiar dinámicamente entre diferentes configuraciones de potencia. Por ejemplo, una operación de transferencia de potencia puede comenzar inicialmente con un nivel de potencia bajo y luego aumentar gradualmente el nivel de potencia hasta un nivel cada vez más alto. Por ejemplo, la carga de una batería de gran capacidad puede, por seguridad, comenzar con niveles de carga más bajos y luego aumentar a un nivel potencialmente alto con una corriente de carga alta cuando se garantiza que esto se puede soportar de manera segura (por ejemplo, asegurando que no haya objetos metálicos extraños en el vecindario). De manera similar, en muchas formas de realización, la carga 603 puede ser una carga variable que tiene un consumo de potencia muy variable. Por ejemplo, la carga puede ser un dispositivo que incluya un motor que funcione solo de manera intermitente. Por lo tanto, en muchas situaciones, puede ser deseable cambiar entre diferentes configuraciones de transferencia de potencia, siendo los cambios potencialmente impredecibles y tanto en una dirección de aumento de potencia como de disminución de potencia.

Sin embargo, aunque esto puede permitir un rendimiento mejorado en un rango de potencia mayor en muchas formas de realización, el inventor se ha dado cuenta además de que existen riesgos y dificultades potenciales al cambiar entre diferentes configuraciones de transferencia de potencia con diferentes voltajes de excitación para la señal de excitación.

En particular, un cambio en el voltaje de la señal de excitación puede resultar en un escalón/transitorio en el voltaje inducido en la bobina receptora 107. Por lo tanto, el cambio de una configuración de transferencia de potencia a otra puede causar que ocurra una condición de voltaje bajo o sobrevoltaje en el receptor de potencia. Para algunos receptores de potencia y en algunas situaciones, tal condición de bajo voltaje o sobrevoltaje puede ser completamente aceptable y no tener un impacto significativo en la operación. Sin embargo, para otros receptores de potencia y/o en otros escenarios, el subvoltaje y/o el sobrevoltaje pueden tener un efecto significativo y pueden causar un funcionamiento subóptimo o incluso erróneo. De hecho, en algunas situaciones, incluso se puede prever que el daño al receptor de potencia puede resultar de una condición de sobrevoltaje si no se toman las precauciones adecuadas.

Como ejemplo específico, el transmisor de potencia puede estar operando en una configuración de 10 W (5 V, 2 A), con el receptor de potencia controlando su punto de operación a 8 V, 1 A. Cuando el transmisor de potencia cambia a una siguiente configuración más alta, como 12 W (12 V, 1 A), el receptor de potencia vería inicialmente un voltaje de $12/5 \times 8 = 19,5$ V, 2,4 A, que está mucho más allá de la capacidad del transmisor de potencia en esta configuración. En consecuencia, la transferencia de potencia puede colapsar debido a la condición de sobrevoltaje o sobrepotencia que se está generando.

Una situación similar puede ocurrir cuando se cambia a una configuración de menor potencia. Por ejemplo, si el transmisor de potencia opera en una configuración de 12 V, 1 A, y el receptor de potencia consume solo 4 W (por ejemplo, 5 V, 0,8 A), puede ser más ventajoso cambiar a una configuración inmediatamente inferior en el transmisor de potencia, por ejemplo, 5 V 1,5 A. Si este interruptor se hiciera sin preparar el receptor de alimentación, experimentaría un voltaje de $5/12 \times 5 = 2,1$ V después del interruptor, que podría ser demasiado bajo para mantener sus operaciones (es decir, bajo voltaje). En consecuencia, esto también daría como resultado un colapso de la transferencia de potencia.

En el enfoque de la FIG. 1, se implementa un enfoque particular para cambiar entre configuraciones de transferencia de potencia que puede proporcionar un rendimiento mejorado en muchas formas de realización. El enfoque permite que el transmisor de potencia y el receptor de potencia interactúen para controlar cuidadosamente la conmutación de la configuración de transferencia de potencia, y específicamente de tal manera que el receptor de potencia sea consciente y, por lo general, controle por completo el cambio de una configuración de transferencia de potencia a otra, evitando que surjan condiciones imprevistas de sub- o sobrevoltaje.

El enfoque se basa en el intercambio de información entre el transmisor de potencia y el receptor de potencia para controlar y coordinar los cambios en la configuración de transferencia de potencia. El intercambio de mensajes puede permitir específicamente que el receptor de potencia controle el cambio en la configuración de transferencia de potencia para el transmisor de potencia, de modo que se pueda asegurar que se lleve a cabo sin que el cambio resulte en un impacto inaceptable en el receptor de potencia (puede, por ejemplo, permitir que el receptor de potencia para compensar los efectos).

Así, en el ejemplo, el transmisor de potencia 101 comprende un primer controlador de configuración 309 que está dispuesto para controlar el transmisor de potencia 101 para operar en una configuración de transferencia de

potencia seleccionada de un conjunto de una pluralidad de configuraciones de transferencia de potencia, cada una de las cuales puede representar una configuración diferente de una amplitud de voltaje (sustancialmente) constante de una señal de excitación para el circuito de salida que incluye la bobina transmisora 103 y un límite máximo de potencia de la señal de transferencia de potencia/señal de excitación. El transmisor de potencia 101 está además
5 dispuesto para transmitir un mensaje de configuración de potencia al receptor de potencia 105 que comprende datos indicativos de una amplitud de voltaje para la señal de excitación para una o más configuraciones de transferencia de potencia del conjunto de configuraciones de transferencia de potencia.

El mensaje de configuración de potencia puede incluir específicamente datos que describen la amplitud de voltaje para la configuración de transferencia de potencia para una o más configuraciones de transferencia de potencia candidatas a las que el transmisor de potencia 101 puede cambiar potencialmente. En muchas formas de realización, el mensaje de configuración de potencia puede proporcionar específicamente información de amplitud de voltaje para una siguiente configuración de transferencia de potencia más alta y/o más baja en una secuencia dada (por ejemplo, predeterminada o previamente comunicada) de las configuraciones de transferencia de potencia
15 en las que el transmisor de potencia 101 puede operar. Por ejemplo, las configuraciones de transferencia de potencia pueden ordenarse según el límite máximo de potencia (y según el orden de amplitud de voltaje en caso de que algunas configuraciones de transferencia de potencia tengan el mismo límite máximo de potencia), y el mensaje de configuración de potencia puede indicar el valor del siguiente configuración de transferencia de potencia más alta y más baja de acuerdo con esta secuencia. En consecuencia, el mensaje de configuración de potencia puede
20 proporcionar la amplitud de voltaje para el límite de potencia máxima inmediatamente superior y el límite de potencia máxima inmediatamente inferior.

La indicación de voltaje se puede dar como un valor absoluto o, por ejemplo, como un valor relativo con respecto a la amplitud de voltaje de la configuración actual de transferencia de potencia.

En el enfoque, el receptor de potencia 105 puede por consiguiente recibir información de las configuraciones de transferencia de potencia a las que puede cambiar el transmisor de potencia.

El segundo receptor 605 del receptor de potencia 105 puede recibir el mensaje de configuración de potencia y el receptor de potencia 105 informado en consecuencia de los cambios potenciales en la configuración de transferencia de potencia y de los cambios resultantes en la amplitud del voltaje. En consecuencia, el receptor de potencia dispone de información que le permite evaluar el resultado de un cambio consecuente en la configuración de transferencia de potencia.

Además, el receptor de potencia 105 comprende un segundo controlador de configuración 609 que está dispuesto para detectar una preferencia de configuración de transferencia de potencia para que el transmisor de potencia cambie a (una de) las configuraciones de transferencia de potencia indicadas por el mensaje de configuración de potencia.

El deseo/solicitud/preferencia de cambiar la configuración de transferencia de potencia puede detectarse de cualquier manera adecuada y usando cualquier algoritmo/criterio adecuado. El enfoque no depende de ningún enfoque o requisito específico, ni tampoco de dónde se determina la preferencia, qué función o qué dispositivo o aparato. Por lo tanto, el enfoque se basa en que el segundo controlador de configuración 609 detecta que existe una preferencia por cambiar la configuración de transferencia de potencia, pero no depende de dónde, por qué o cómo se origina esta preferencia.

En muchas formas de realización, la preferencia puede determinarse en el receptor de potencia 105 y específicamente por el segundo controlador de configuración 609. Por ejemplo, el segundo controlador de configuración 609 puede determinar que la transferencia de potencia está operando cerca del límite máximo de potencia para la configuración de transferencia de potencia actual y que existe una demanda de mayor potencia y, por lo tanto, una preferencia para cambiar a una configuración de transferencia de potencia con un límite de potencia máxima superior.

En algunas formas de realización, la preferencia de cambiar a una configuración de transferencia de potencia diferente puede, por ejemplo, ser determinada por el transmisor de potencia y el segundo controlador de configuración 609 puede detectar esta preferencia, por ejemplo, en respuesta a una propiedad de la señal de transferencia de potencia o a la comunicación desde el transmisor de potencia. Por ejemplo, el transmisor de potencia puede transmitir una solicitud de cambio de configuración de transferencia de potencia al receptor de potencia cuando el transmisor de potencia determina que tal cambio sería deseable. De hecho, en muchas formas de realización, el transmisor de potencia puede estar dispuesto para transmitir el mensaje de configuración de potencia en respuesta a que el transmisor de potencia determine que existe una preferencia por cambiar la

configuración de transferencia de potencia y, por lo tanto, el mensaje de configuración de potencia puede ser en sí mismo un mensaje de solicitud de cambio de configuración de transferencia de potencia.

El segundo transmisor 607 puede estar dispuesto para transmitir un mensaje de solicitud de cambio de configuración de transferencia de potencia al transmisor de potencia en respuesta a la detección de la preferencia de cambio de configuración de transferencia de potencia. En muchas formas de realización, la transmisión puede ser condicional, tal como específicamente condicional en la amplitud de voltaje para la configuración de transferencia de potencia correspondiente que cumple un criterio.

Por ejemplo, el segundo controlador de configuración 609 puede, en respuesta a la detección de que existe un deseo de cambiar la configuración de transferencia de potencia a una configuración de transferencia de potencia candidata dada, evaluar si el cambio a esa configuración de transferencia de potencia candidata dará como resultado una condición de bajo voltaje o sobrevoltaje inaceptable que ocurre en el receptor de potencia como resultado del interruptor. Como ejemplo simple, el segundo controlador de configuración 609 puede simplemente determinar si la relación entre la amplitud de voltaje de la configuración de transferencia de potencia actual y la amplitud de voltaje de la configuración de transferencia de potencia candidata excede un umbral que se considera aceptable para el receptor de potencia específico (en las circunstancias específicas). Si es así, el segundo transmisor 607 puede proceder a transmitir el mensaje de solicitud de cambio de configuración de transferencia de potencia al transmisor de potencia y, de lo contrario, no se transmite ningún mensaje de solicitud de cambio de configuración de transferencia de potencia.

En otras formas de realización, el segundo transmisor 607 puede estar dispuesto para transmitir siempre el mensaje de solicitud de cambio de configuración de transferencia de potencia al transmisor de potencia 101 si se detecta una preferencia de cambio de configuración de transferencia de potencia. En tales formas de realización, el receptor de potencia 105 puede estar dispuesto para adaptar una operación o configuración del receptor de potencia 105 en respuesta a la amplitud de voltaje de la configuración de transferencia de potencia solicitada, y típicamente en respuesta a una relación entre la amplitud de voltaje de la potencia solicitada configuración de transferencia y la amplitud de voltaje de la configuración de transferencia de potencia actual.

Por ejemplo, si el cambio de amplitud de voltaje es lo suficientemente pequeño, no se producirá una condición problemática de sub- o sobrevoltaje y, en consecuencia, es posible que no se necesite ningún cambio en la operación o configuración. Sin embargo, si el cambio en la amplitud del voltaje es lo suficientemente grande, esto puede causar un rendimiento transitorio inaceptable y, por ejemplo, dar como resultado un sobrevoltaje transitorio hasta que el bucle de control de potencia pueda adaptar el nivel de potencia, etc. En tal caso, la operación del receptor de potencia 105 puede ser adaptada por el segundo controlador de configuración 609 en preparación para el cambio de configuración de transferencia de potencia. Por ejemplo, el circuito de entrada puede aislarse de los circuitos sensibles que pueden ser susceptibles a la condición de sobrevoltaje. Específicamente, en muchas formas de realización, la carga 603 del bote puede desconectarse.

El primer receptor 305 puede recibir el mensaje de solicitud de cambio de configuración de transferencia de potencia del receptor de potencia 105 y, en respuesta a recibirlo, el primer controlador de configuración 309 puede proceder a cambiar el transmisor de potencia 101 a la nueva configuración de transferencia de potencia candidata. En algunas formas de realización, el mensaje de solicitud de cambio de configuración de transferencia de potencia puede indicar la configuración de transferencia de potencia, como por ejemplo, indicar si se solicita al transmisor de potencia 101 que cambie a un límite de potencia máximo superior o inferior. En otras formas de realización, esto puede estar implícito, por ejemplo, al haber solo una configuración de transferencia de potencia candidata.

En el sistema, el cambio de la configuración de transferencia de potencia no lo realiza exclusivamente el transmisor de potencia 101 sino que se realiza en colaboración entre el transmisor de potencia y el receptor de potencia. El receptor de potencia no solo está informado del posible impacto de un cambio en la configuración de transferencia de potencia, sino que también controla si hay un cambio en la configuración de transferencia de potencia. Por lo tanto, el cambio en la configuración de transferencia de potencia puede, en principio, ser iniciado por el transmisor de potencia o el receptor de potencia, pero el enfoque permite que el receptor de potencia controle si el cambio en la configuración de transferencia de potencia procede o no.

En consecuencia, el enfoque puede permitir un enfoque flexible que pueda admitir efectivamente una amplia gama de niveles de potencia empleando una gama de diferentes configuraciones de transferencia de potencia con diferentes voltajes y límites máximos de potencia. El enfoque permite que este enfoque se utilice con una amplia gama de transmisores de potencia y receptores de potencia sin correr el riesgo, por ejemplo, condiciones inaceptables de sobrevoltaje o subvoltaje. Más bien, se puede asegurar que un cambio dado en la configuración de transferencia de potencia solo ocurra de una manera y si el cambio es aceptable para el receptor de potencia

específico. Por lo tanto, el enfoque puede permitir que la operación se adapte al transmisor de potencia y al receptor de potencia específicos involucrados.

El enfoque también puede proporcionar una mejor compatibilidad con versiones anteriores y, por ejemplo, permitir la introducción a sistemas en los que algunos receptores de potencia no admiten diferentes configuraciones de transferencia de potencia. Tal receptor de potencia no comprenderá la funcionalidad para generar y transmitir un mensaje de solicitud de cambio de configuración de transferencia de potencia y, en consecuencia, el transmisor de potencia no cambiará la configuración de transferencia de potencia incluso si considerara conveniente hacerlo.

En algunas formas de realización, el mensaje de configuración de potencia también puede proporcionar una indicación del nivel máximo de potencia de la(s) configuración(es) de transferencia de potencia para las cuales se proporciona(n) la(s) indicación(es) de voltaje. Por ejemplo, el mensaje de configuración de potencia puede indicar explícitamente el nivel máximo de potencia mediante datos dedicados, por ejemplo, dando un valor en vatios o proporcionando una referencia a uno de un conjunto predeterminado de niveles.

Sin embargo, en muchas formas de realización, el mensaje de configuración de potencia puede no comprender ningún dato que defina un límite máximo de potencia para la configuración o configuraciones de transferencia de potencia. En algunas de tales formas de realización, el mensaje de configuración de potencia en sí mismo puede ser (implícitamente) indicativo de alguna información sobre los niveles máximos de potencia. Por ejemplo, como se indicó anteriormente, el mensaje de configuración de potencia puede indicar por sí mismo si existe efectivamente un límite de potencia máxima superior y/o inferior. En algunas formas de realización, los límites máximos de potencia para el conjunto de configuraciones de transferencia de potencia están predeterminados y son conocidos por el receptor de potencia (o, por ejemplo, comunicados al receptor de potencia durante la inicialización de la transferencia de potencia). En este caso, el receptor de potencia conocerá el límite máximo de potencia para las siguientes configuraciones de transferencia de potencia superior e inferior y, por lo tanto, el mensaje de configuración de potencia implícitamente al proporcionar una indicación de voltaje también proporciona una indicación de los límites máximos de potencia.

En muchas formas de realización, el mensaje de configuración de potencia puede, como se mencionó específicamente, proporcionar una amplitud de voltaje para la configuración de transferencia de potencia que tiene un límite de potencia máximo que es al menos uno del siguiente límite de potencia máxima superior o el siguiente límite de potencia máxima inferior con respecto a la potencia máxima límite de la configuración de transferencia de potencia actual, o en muchas formas de realización ventajosamente la configuración de transferencia de potencia que tiene un límite de potencia máximo que es al menos uno del siguiente límite de potencia máxima superior y el siguiente límite de potencia máxima inferior con respecto al límite de potencia máxima de la corriente configuración de transferencia de potencia (por lo tanto, la amplitud de voltaje puede proporcionarse para las configuraciones de transferencia de potencia siguiente superior e inferior).

Por lo tanto, en muchas formas de realización, el mensaje de configuración de potencia puede comprender información de las dos configuraciones de transferencia de potencia que corresponden al próximo límite de potencia inferior y superior disponible. Esto puede proporcionar un sistema eficiente en el que los niveles de potencia se pueden cambiar de manera flexible mientras se mantiene una complejidad y un ancho de banda de comunicación bajos. Por ejemplo, solo es necesario comunicar nuevos datos una vez que se produce un cambio en la configuración de transferencia de potencia y solo se requieren datos para una o dos configuraciones de transferencia de potencia. En particular, la comunicación está limitada a muy pocos parámetros y no hay necesidad de comunicar datos para todas las configuraciones de transferencia de potencia que admite el transmisor de potencia. Esta es una ventaja sustancial en la práctica, ya que la comunicación entre el transmisor de potencia y el receptor de potencia es muy lenta en los sistemas inalámbricos de transferencia de potencia como Qi.

El enfoque también puede proporcionar que los cambios de paso en el voltaje tiendan a estar restringidos a pasos más pequeños. Por ejemplo, un gran cambio en el nivel de potencia tenderá a dividirse en una pluralidad de pasos más pequeños que darán como resultado transitorios más pequeños.

En el ejemplo, el transmisor de potencia informa al receptor de potencia de la siguiente configuración de voltaje más alto o más bajo que está disponible del conjunto de configuraciones de transferencia de potencia soportadas por el transmisor de potencia. El receptor de potencia puede entonces solicitar un cambio a la configuración inferior o superior disponible. Como el receptor de potencia requiere una potencia mayor o menor, puede pasar por las configuraciones. Esto evita que el transmisor de potencia cambie la configuración sin previo aviso, lo que podría causar dificultades o incluso dañar el receptor de potencia.

En muchas formas de realización, la indicación de una amplitud de voltaje se puede proporcionar ventajosamente como una diferencia relativa entre la amplitud de voltaje para la configuración de transferencia de potencia candidata y la amplitud de voltaje para la configuración de transferencia de potencia actual, y específicamente como la relación entre ellos. Esto puede ser particularmente ventajoso en formas de realización en las que solo se indican las configuraciones de transferencia de potencia adyacentes, ya que puede permitir una normalización del valor que debe comunicarse, lo que permite una representación más precisa para un número determinado de bits. Por ejemplo, si el paso máximo en la amplitud de voltaje entre configuraciones de transferencia de potencia adyacentes es un factor de, digamos, 2, la indicación de la relación debe cubrir solo un rango de, por ejemplo, 1 a 2 a pesar de, por ejemplo, el conjunto de configuraciones de transferencia de potencia que cubren un rango de amplitud de voltaje de, digamos, un factor de 10.

Un ejemplo de un posible mensaje de configuración de potencia se ilustra en la FIG. 7. En el ejemplo, el mensaje de configuración de potencia se denomina paquete de datos de configuración de suministro de potencia (PSC) que se transmite desde el transmisor de potencia al receptor de potencia. En el ejemplo, el paquete de datos PSC comprende dos campos, cada uno de los cuales tiene 8 bits. El primer campo incluye un valor de datos de Reducción de voltaje y el segundo campo incluye un valor de datos de Incremento de voltaje, donde el primer campo indica el cambio relativo en la amplitud de voltaje de la señal de control si el transmisor de potencia cambia a la siguiente configuración de transferencia de potencia más baja y el segundo campo indica el cambio relativo en la amplitud de voltaje de la señal de excitación si el transmisor de potencia cambia a la siguiente configuración de transferencia de potencia superior. Como ejemplo específico, los valores pueden proporcionarse de acuerdo con el siguiente protocolo:

Reducción de voltaje: El voltaje de carga disminuirá en $1/64$ de este factor al activar la siguiente configuración de transferencia de potencia más baja (valor en el rango de 64... 255).

Aumento de voltaje: El voltaje de carga aumentará en $1/64$ de este factor al activar la siguiente configuración de transferencia de potencia superior (valor en el rango de 64... 255).

En algunas formas de realización, se puede usar un valor predeterminado del campo de datos que comprende los datos que indican la amplitud de voltaje para una configuración de transferencia de potencia candidata para indicar que la configuración de transferencia de potencia actual es una configuración de transferencia de potencia extrema en el sentido de que es la más alta o la más alta configuración de transferencia de potencia del nivel de potencia más bajo.

Por lo tanto, se puede usar un valor predeterminado para el campo de datos de amplitud de voltaje del mensaje de configuración de potencia para indicar al receptor de potencia que el conjunto de configuraciones de transferencia de potencia admitidas por el transmisor de potencia no incluye ninguna configuración de transferencia de potencia que tenga un límite de potencia máxima superior. De manera similar, se puede usar un (otro) valor predeterminado para el campo de datos de amplitud de voltaje del mensaje de configuración de potencia para indicar al receptor de potencia que el conjunto de configuraciones de transferencia de potencia admitidas por el transmisor de potencia no incluye ninguna configuración de transferencia de potencia que tenga una mayor límite máximo de potencia.

Por ejemplo, para el PSC de la FIG. 7, un valor de 0 en los campos puede indicar que no hay una configuración más alta o más baja disponible (es decir, un 0 en el campo Reducción de voltaje indica que no hay una configuración de transferencia de potencia más baja y un 0 en el campo Aumento de voltaje indica que no existe una configuración de transferencia de potencia superior).

En algunas formas de realización, un valor predeterminado de los datos indicativos de la amplitud de voltaje es indicativo de que no hay cambio en la amplitud de voltaje para la configuración de transferencia de potencia candidata con respecto a una amplitud de voltaje para una configuración de transferencia de potencia actual. Por ejemplo, para el mensaje PSC de la FIG. 7, un valor de 64 puede indicar que la amplitud del voltaje no cambiará (pero el límite de potencia máxima puede cambiar).

También se apreciará que el mensaje de solicitud de cambio de configuración de transferencia de potencia puede estar en cualquier formato adecuado o utilizando cualquier protocolo adecuado. Se proporciona un ejemplo en la FIG. 8. En este ejemplo, el mensaje de solicitud de cambio de configuración de transferencia de potencia se denomina Paquete de datos de solicitud específica/siguiente configuración, SRQ/nc que se transmite desde el receptor de potencia al transmisor de potencia. En el ejemplo, el mensaje SRQ/nc comprende un campo de datos de ocho bits, pero solo se usa un bit de datos de este campo de datos. Este bit de datos indica la dirección de la solicitud, es decir, si la solicitud es para una configuración de transferencia de potencia con un límite de potencia máxima aumentado o disminuido.

En muchas formas de realización, el transmisor de potencia puede responder además al mensaje de solicitud de cambio de configuración de transferencia de potencia y puede específicamente en la respuesta acusar recibo de la solicitud. El mensaje de respuesta puede indicar específicamente una temporización del cambio de la configuración de transferencia de potencia. El mensaje de respuesta puede indicar específicamente un momento para el cambio o el momento del mensaje de respuesta puede ser en sí mismo una indicación del momento del cambio de la configuración de transferencia de potencia. Por ejemplo, el transmisor de potencia puede proceder a cambiar la configuración de transferencia de potencia un tiempo predeterminado después de la transmisión del mensaje de respuesta.

Como ejemplo específico, el mensaje de respuesta puede ser uno de los siguientes ejemplos:

ACK: La nueva configuración de transferencia de potencia solicitada se activa dentro de TBD ms después de reconocer el paquete de datos SRQ/en

NAK: El transmisor de potencia ha denegado la solicitud y sigue utilizando la configuración de transferencia de potencia actual (por ejemplo, porque el interruptor daría lugar a un exceso de la capacidad de la fuente de alimentación en el punto de funcionamiento actual).

En algunas formas de realización, el transmisor de potencia puede iniciar el cambio potencial de la configuración de transferencia de potencia.

Por ejemplo, el primer controlador de configuración 309 puede estar dispuesto para transmitir el mensaje de configuración de potencia en respuesta a la detección de que una característica operativa de la transferencia de potencia cumple un criterio, y especialmente en respuesta a la detección de que el nivel de potencia actual del transmisor de potencia excede un umbral donde el umbral depende de un límite de potencia máxima de la configuración de transferencia de potencia actual.

Por ejemplo, el primer controlador de configuración 309 puede monitorear continuamente el nivel de potencia de la señal de excitación y compararlo con el límite máximo de potencia para la configuración actual de transferencia de potencia. Si el nivel de potencia (por ejemplo, filtrado de paso bajo) de la señal de excitación supera, digamos, el 90 % del límite máximo de potencia, el primer controlador de configuración 309 puede considerar que es probable que sea apropiado cambiar a una configuración de transferencia de potencia que tenga un límite de potencia máxima superior y en consecuencia podrá proceder a transmitir el mensaje de configuración de potencia.

Como otro ejemplo, el primer controlador de configuración 309 puede monitorear la frecuencia de la señal de excitación y si esta se desvía demasiado de una frecuencia de resonancia dada del circuito de resonancia que comprende la bobina transmisora 103 (lo que indica que la señal de excitación está desafinada sustancialmente del funcionamiento nominal punto para reducir la potencia de la señal de transferencia de potencia para la amplitud de voltaje actual), el transmisor de potencia puede proceder a transmitir el mensaje de configuración de potencia.

En este caso, la transmisión del mensaje de configuración de potencia no solo proporciona información sobre las amplitudes de voltaje para las configuraciones de transferencia de potencia candidatas, sino que también proporciona una indicación de que el transmisor de potencia desea/solicita un cambio en la configuración de transferencia de potencia. Por ejemplo, en los dos ejemplos anteriores, el mensaje de configuración de potencia puede indicar un deseo de cambiar a una configuración de transferencia de potencia de límite máximo de potencia superior y un deseo de cambiar a una configuración de transferencia de potencia de límite máximo de potencia inferior, respectivamente. En algunas de tales formas de realización, el mensaje de configuración de potencia puede incluir además una indicación de si se desea un cambio a un límite de potencia máximo superior o inferior.

En algunas formas de realización, el receptor de potencia puede iniciar el cambio en la configuración de transferencia de potencia. Por ejemplo, de forma similar al enfoque descrito para el transmisor de potencia, el segundo controlador de configuración 609 puede determinar el nivel de potencia extraída actualmente y compararlo con un umbral que refleja el límite de potencia máxima para la configuración de transferencia de potencia actual. Alternativa o adicionalmente, puede medir la frecuencia de la señal de transferencia de potencia y detectar si se desvía demasiado de un valor nominal.

La detección de tales características operativas puede ser una detección de una preferencia de cambio de configuración de transferencia de potencia y, en respuesta, el receptor de potencia puede transmitir un mensaje de solicitud de información de configuración de potencia al transmisor de potencia. En algunas formas de realización, este mensaje puede ser una solicitud para que el transmisor de potencia transmita un mensaje de configuración de potencia y, en consecuencia, el transmisor de potencia puede transmitir el mensaje de configuración de potencia,

proporcionando así al receptor de potencia información sobre la posibilidad de cambiar la configuración de transferencia de potencia, así como la consecuencia asociada para la amplitud del voltaje.

5 Un ejemplo particular de un posible intercambio de mensajes de un cambio iniciado por un receptor de potencia en la configuración de transferencia de potencia se muestra en la FIG. 9 y un posible intercambio de mensajes de un cambio iniciado por el receptor de potencia en la configuración de transferencia de potencia se muestra en la FIG. 10. Los ejemplos incluyen los siguientes mensajes:

10 Error de control de CE (potencia), utilizado por el receptor de potencia para controlar sus niveles de potencia y voltaje en los puntos de destino apropiados.

RP/0 Paquete de potencia recibido, utilizado por el receptor de potencia para informar al transmisor de potencia sobre la cantidad de potencia que recibe.

15 ACK Acuse de recibo utilizado por el transmisor de potencia para indicar que acepta una solicitud.

NEGO Solicitud de negociación; utilizado por el receptor de potencia para iniciar una secuencia de negociación.

20 GRQ/psc Solicitud general/configuración de fuente de alimentación; utilizado por el receptor de potencia para solicitar al transmisor de potencia que envíe un mensaje PSC.

Configuración de fuente de alimentación de PSC; utilizado por el transmisor de potencia para comunicar los parámetros de las siguientes configuraciones de potencia superior e inferior.

25 SRQ/nc Specific ReQuest/siguiente configuración; utilizado por el receptor de alimentación para solicitar una configuración superior o inferior siguiente.

30 SRQ/en Solicitud específica/ Fin de la negociación; utilizado por el receptor de potencia para terminar la secuencia de negociación e indicar que la configuración negociada debe activarse dentro de TBD milisegundos.

35 En algunas formas de realización, el receptor de potencia puede, como se mencionó anteriormente, determinar si el cambio en la amplitud del voltaje asociado con un interruptor de la configuración de transferencia de potencia causará una condición de sobrevoltaje o subvoltaje inaceptable y solo procederá a transmitir el mensaje de solicitud de cambio de configuración de transferencia de potencia si este no es el caso.

40 En algunas formas de realización, el receptor de potencia puede estar dispuesto para compensar la operación del receptor de potencia antes de un interruptor en la configuración de transferencia de potencia de modo que el cambio de voltaje resultante sea aceptable incluso si no fuera sin ningún cambio en la operación.

45 Por ejemplo, antes del cambio de la configuración de transferencia de potencia, el segundo controlador de configuración 609 puede estar dispuesto para modificar la operación de transferencia de potencia para cambiar el voltaje inducido en una dirección opuesta al cambio de voltaje que ocurrirá en el cambio posterior en la configuración de transferencia de potencia.

50 Por ejemplo, para un cambio que aumente la amplitud de voltaje de la señal de excitación y, por lo tanto, dará como resultado que se induzca un voltaje transitorio aumentado en la bobina receptora 107 cuando ocurra el cambio en la configuración de transferencia de potencia, el segundo controlador de configuración 609 puede anticipar el cambio proceder a reducir el voltaje inducido sobre la bobina receptora 107. Cuando ocurre el cambio, el voltaje sobre la bobina receptora 107 puede aumentar pero debido a la reducción de voltaje anterior, este aumento puede ser aceptable y no dar como resultado, por ejemplo, una condición dañina de sobrevoltaje.

55 En algunas formas de realización, el segundo controlador de configuración 609 puede disponerse para cambiar la impedancia de carga antes del interruptor en la configuración de transferencia de potencia, y específicamente este cambio en la impedancia de carga puede realizarse junto con el cambio en el voltaje inducido.

60 Por ejemplo, la transferencia de potencia puede estar en curso con una carga de la señal de transferencia de potencia que está cerca del límite máximo de potencia para la configuración actual de transferencia de potencia. En consecuencia, puede haber una preferencia para cambiar al siguiente límite de potencia máxima más alto y esto puede ser detectado por el segundo controlador de configuración 609 (por ejemplo, en base a la recepción de un

mensaje de configuración de potencia o en base a la propia evaluación de las características de transferencia de potencia). En consecuencia, puede transmitir un mensaje de solicitud de cambio de configuración de transferencia de potencia al transmisor de potencia y, al mismo tiempo, proceder a reducir la impedancia/resistencia, lo que da como resultado un voltaje más bajo y una corriente más alta que proporciona el mismo nivel de potencia pero a un voltaje más bajo. Después del cambio en la configuración de transferencia de potencia, la impedancia puede cambiarse nuevamente para adaptarse a las nuevas condiciones.

Como ejemplo específico, se puede considerar la situación descrita anteriormente donde el transmisor de potencia puede estar operando en una configuración de 10 W (5 V, 2 A), con el receptor de potencia controlando su punto de operación a 8 V, 1 A. Cuando la potencia el transmisor cambia a la siguiente configuración más alta, como 12 W (12 V, 1 A), el receptor de potencia inicialmente vería un voltaje de $12/5 \times 8 = 19,5$ V, 2,4 A, que está mucho más allá de la capacidad del transmisor de potencia en esta configuración. En consecuencia, la transferencia de potencia puede colapsar debido a la condición de sobrevoltaje o sobrepotencia que se está generando. Para evitar que ocurra esta situación, el receptor de potencia tendría que controlar su nivel de potencia de nuevo, por ejemplo, 4 V, 0,5 A antes de hacer el cambio. En este último caso, después del interruptor, el receptor de alimentación funciona a $12 \times 5 \times 4 = 9,6$ V, 1,2 A (es decir, 11,5 W, suponiendo que no haya pérdidas).

Un ejemplo similar al cambiar a una configuración de menor potencia puede ser donde el transmisor de potencia opera en una configuración de 12 V, 1 A, y el receptor de potencia consume solo 4 W (por ejemplo, 5 V, 0,8 A). Entonces, el sistema puede cambiar a una configuración inmediatamente inferior en el transmisor de potencia, por ejemplo, 5 V, 1,5 A. Si este interruptor se hiciera sin preparar el receptor de alimentación, experimentaría un voltaje de $5/12 \times 5 = 2,1$ V después del interruptor, que podría ser demasiado bajo para mantener sus operaciones (es decir, bajo voltaje). En consecuencia, esto también daría como resultado un colapso de la transferencia de potencia. Sin embargo, esto se puede abordar aumentando el voltaje inducido en la preparación del interruptor.

Los ejemplos anteriores se han centrado en formas de realización en las que la amplitud de voltaje de la señal de excitación alimentada al circuito de salida desde el excitador es constante para cualquier configuración de transferencia de potencia dada. Sin embargo, el enfoque también puede ser adecuado para formas de realización en las que la amplitud del voltaje no es constante mientras el transmisor de potencia está funcionando en una configuración de transferencia de potencia determinada.

Por ejemplo, en algunas formas de realización, el transmisor de potencia puede estar dispuesto para operar dentro de un rango de amplitud de voltaje dado para cada configuración de transferencia de potencia. Por ejemplo, para cada configuración de transferencia de potencia puede haber una amplitud de voltaje máxima dada y, por lo tanto, cada configuración de transferencia de potencia puede estar asociada con una combinación diferente de un límite de potencia máximo y una amplitud de voltaje máxima (límite) para la señal de excitación.

En tal caso, la indicación de amplitud de voltaje que se comunica mediante el mensaje de configuración de potencia puede indicar la amplitud de voltaje máxima (límite) para la configuración de transferencia de potencia candidata correspondiente. En consecuencia, el receptor de potencia puede disponerse para determinar un transitorio o paso de voltaje máximo que puede ocurrir cuando se cambia de la configuración de transferencia de potencia actual a la configuración de transferencia de potencia candidata. Por ejemplo, cuando se cambia a una nueva configuración de transferencia de potencia, el transmisor de potencia puede comenzar siempre en la amplitud de voltaje máxima y un receptor de potencia que realice un seguimiento de la amplitud de voltaje actual (por ejemplo, comparando el voltaje inducido actual con el voltaje justo después de que el transmisor de potencia cambie a la configuración de transferencia de potencia actual) puede determinar la amplitud de voltaje inducida inmediatamente después del cambio a la nueva configuración de transferencia de potencia.

De manera similar, la amplitud de voltaje para una configuración de transferencia de potencia dada puede tener un límite mínimo, y el mensaje de configuración de potencia puede adicional o alternativamente indicar el límite de amplitud de voltaje mínimo para una configuración de transferencia de potencia candidata. En consecuencia, esto puede permitir que el receptor de potencia determine el voltaje inducido más bajo que se experimentará inmediatamente después de cambiar la configuración de transferencia de potencia.

En algunas formas de realización, la amplitud de voltaje indicada en el mensaje de configuración de potencia puede no ser un límite de amplitud de voltaje máximo y/o mínimo, pero puede, por ejemplo, ser una amplitud de voltaje nominal o inicial. Por ejemplo, cuando se cambia la configuración de transferencia de potencia, el transmisor de potencia se puede configurar para iniciar la nueva configuración de transferencia de potencia con una amplitud de voltaje dada para la señal de excitación, y esta amplitud de voltaje inicial se puede transmitir al receptor de potencia en el mensaje de configuración de potencia. En consecuencia, el receptor de potencia puede determinar el voltaje inducido inmediatamente después del cambio de la configuración de transferencia de potencia, por ejemplo,

considerando la amplitud de voltaje inicial para la configuración de transferencia de potencia candidata en relación con una amplitud de voltaje actual o en relación con la amplitud de voltaje inicial para la configuración de transferencia de potencia actual. Después del interruptor, la amplitud del voltaje puede ser modificada posteriormente por el transmisor de potencia, pero esto típicamente será tan lento que el receptor de potencia no experimentará transitorios ni escalones.

La amplitud de voltaje puede, por ejemplo, indicarse en el mensaje de configuración de potencia como un valor relativo con respecto a, por ejemplo, la amplitud de voltaje inicial para la configuración actual de transferencia de potencia. En algunas formas de realización, la amplitud de voltaje para la configuración de transferencia de potencia candidata se puede proporcionar como una indicación relativa con respecto a la amplitud de voltaje actual. Por ejemplo, la relación entre la amplitud de voltaje inicial para la configuración de transferencia de potencia candidata y la amplitud de voltaje actual puede incluirse en el mensaje de configuración de potencia. Esto puede facilitar que el receptor de potencia determine el paso de voltaje al cambiar la configuración de transferencia de potencia (por ejemplo, no necesita realizar un seguimiento de las variaciones en la amplitud del voltaje) y generalmente es factible debido a una variación muy lenta de la amplitud del voltaje.

El enfoque de tener una amplitud de voltaje variable puede, en particular, permitir o apoyar implementaciones en las que el nivel de potencia de la señal de transferencia de potencia se controle (al menos parcialmente) cambiando la amplitud del voltaje de la señal de excitación. Por ejemplo, puede permitir un enfoque en el que la amplitud de voltaje de la señal de excitación se adapte en función de los mensajes de error de control de potencia del receptor de potencia.

Se apreciará que la descripción anterior para mayor claridad ha descrito realizaciones de la invención con referencia a diferentes circuitos funcionales, unidades y procesadores. Sin embargo, será evidente que se puede usar cualquier distribución adecuada de funcionalidad entre diferentes circuitos, unidades o procesadores funcionales sin limitar la invención. Por ejemplo, la funcionalidad ilustrada para ser realizada por procesadores o controladores separados puede ser realizada por el mismo procesador o controladores. Por lo tanto, las referencias a unidades o circuitos funcionales específicos deben considerarse únicamente como referencias a medios adecuados para proporcionar la funcionalidad descrita, y no como una indicación de una estructura u organización lógica o física estricta.

La invención puede implementarse en cualquier forma adecuada, incluyendo hardware, software, microprograma o cualquier combinación de los mismos. La invención puede implementarse opcionalmente, al menos en parte, como software informático que se ejecuta en uno o más procesadores de datos y/o procesadores de señales digitales. Los elementos y componentes de una realización de la invención pueden implementarse física, funcional y lógicamente de cualquier manera adecuada. De hecho, la funcionalidad puede implementarse en una única unidad, en una pluralidad de unidades o como parte de otras unidades funcionales. Como tal, la invención puede implementarse en una única unidad o puede distribuirse física y funcionalmente entre diferentes unidades, circuitos y procesadores.

Aunque la presente invención se ha descrito en relación con algunas realizaciones, no se pretende limitarla a la forma específica expuesta en la presente. Más bien, el alcance de la presente invención está limitado solamente por las reivindicaciones adjuntas. Además, aunque puede parecer que se describe una característica en relación con realizaciones particulares, un experto en la técnica reconocerá que varias características de las realizaciones descritas pueden combinarse según la invención. En las reivindicaciones, el término "que comprende" no excluye la presencia de otros elementos o pasos.

Se apreciará que la referencia a un valor preferido no implica ninguna limitación más allá de que sea el valor determinado en el modo de inicialización de detección de objetos extraños, es decir, es preferible en virtud de que se determina en el proceso de adaptación. Las referencias a un valor preferido podrían sustituirse por referencias a, por ejemplo, un primer valor.

Además, si bien se enumeran individualmente, se puede implementar una pluralidad de medios, elementos, circuitos o etapas del método, por ejemplo, por un solo circuito, unidad o procesador. Además, aunque las características individuales pueden incluirse en diferentes reivindicaciones, pueden combinarse de manera favorable, y la inclusión en diferentes reivindicaciones no implica que una combinación de características no sea factible y/o favorable. Además, la inclusión de una característica en una categoría de reivindicaciones no implica una limitación a esta categoría, sino que indica que la característica es igualmente aplicable a otras categorías de reivindicaciones, según corresponda. Además, el orden de las características en las reivindicaciones no implica ningún orden específico en el que se deban trabajar las características y, en particular, el orden de los pasos individuales en una reivindicación de método no implica que los pasos deban realizarse en este orden. Más bien, los pasos pueden realizarse en cualquier orden adecuado. Además, las referencias singulares no excluyen una pluralidad. Por lo tanto, las referencias a "un", "uno/a", "primero/a", "segundo/a", etc. no excluyen una pluralidad. Los signos de referencia en las

reivindicaciones se proporcionan simplemente como un ejemplo aclaratorio y de ninguna manera se interpretarán como limitantes del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un transmisor de potencia (101) para proporcionar potencia de forma inalámbrica a un receptor de potencia (105) a través de una señal de transferencia de potencia electromagnética, en donde el transmisor de potencia (101) comprende:
un circuito de salida (302, 103) que comprende una bobina transmisora (103) para generar la señal de transferencia de potencia en respuesta a una señal de excitación que se aplica al circuito de salida (302, 103);
un controlador (301) para generar la señal de excitación;
un controlador de configuración (309) para cambiar entre un conjunto de configuraciones de transferencia de potencia, en donde las configuraciones de transferencia de potencia del conjunto de configuraciones de transferencia de potencia tienen diferentes combinaciones de un límite máximo de potencia y una amplitud de voltaje para la señal de excitación;
un receptor (305) para recibir un mensaje de solicitud de cambio de configuración de transferencia de potencia desde el receptor de potencia (105); y caracterizado porque comprende, además,
un transmisor (307) para transmitir un mensaje de configuración de potencia al receptor de potencia (105), en donde el mensaje de configuración de potencia comprende datos indicativos de una amplitud de voltaje para una primera configuración de transferencia de potencia del conjunto de configuraciones de transferencia de potencia;
en donde el controlador de configuración (309) está dispuesto para conmutar el transmisor de potencia (101) a la primera configuración de transferencia de potencia en respuesta al mensaje de solicitud de cambio de configuración de transferencia de potencia.
2. El transmisor de potencia de acuerdo con la reivindicación 1, en donde los datos son indicativos de una diferencia relativa entre la amplitud de voltaje para la primera configuración de transferencia de potencia y una amplitud de voltaje para una configuración de transferencia de potencia actual.
3. El transmisor de potencia de acuerdo con la reivindicación 2, en donde los datos son indicativos de una relación entre la amplitud de voltaje para la primera configuración de transferencia de potencia y la amplitud de voltaje para la configuración de transferencia de potencia actual.
4. El transmisor de potencia de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde la primera configuración de transferencia de potencia es una configuración de transferencia de potencia del conjunto de configuraciones de transferencia de potencia que tiene un límite máximo de potencia que es al menos uno del siguiente límite de potencia máxima superior y el siguiente límite de potencia máxima inferior para un límite máximo de potencia de una configuración de transferencia de potencia actual.
5. El transmisor de potencia de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde el mensaje de configuración de potencia comprende datos indicativos de una amplitud de voltaje para una segunda configuración de transferencia de potencia del conjunto de configuraciones de transferencia de potencia, en donde la primera configuración de transferencia de potencia es una configuración de transferencia de potencia del conjunto de configuraciones de transferencia de potencia que tiene un límite de potencia máxima que es el siguiente límite de potencia máxima superior para un límite de potencia máxima de una configuración de transferencia de potencia actual y la segunda configuración de transferencia de potencia es una configuración de transferencia de potencia del conjunto de configuraciones de transferencia de potencia que tiene un límite de potencia máxima que es el siguiente inferior límite de potencia máxima para el límite de potencia máxima de la configuración de transferencia de potencia actual.
6. El transmisor de potencia de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde un valor predeterminado de los datos indicativos de la amplitud del voltaje indica que el conjunto de configuraciones de transferencia de potencia no comprende una configuración de transferencia de potencia que tenga un límite de potencia máxima superior al límite de potencia máxima de una configuración de transferencia de potencia actual.
7. El transmisor de potencia de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde el controlador de configuración (309) está dispuesto para transmitir el mensaje de configuración de potencia en respuesta a una detección de que una característica operativa de la transferencia de potencia cumple un criterio.
8. El transmisor de potencia de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde el controlador de configuración (309) está dispuesto para transmitir el mensaje de configuración de potencia en respuesta a una detección de que el nivel de potencia actual del transmisor de potencia supera un umbral, dependiendo el umbral de un límite de potencia máxima de una configuración de transferencia de potencia actual.

9. El transmisor de potencia de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde el controlador de configuración (309) está dispuesto para transmitir el mensaje de configuración de potencia en respuesta a la recepción de un mensaje de solicitud de información de configuración de potencia desde el receptor de potencia.

5 10. El transmisor de potencia de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde el controlador de configuración (309) está dispuesto para cambiar el transmisor de potencia a la primera configuración de transferencia de potencia después de haber transmitido un mensaje de acuse de recibo al receptor de potencia, en donde el mensaje de acuse de recibo reconoce un mensaje de solicitud recibido del receptor de potencia.

10 11. Un receptor de potencia para recibir potencia de forma inalámbrica desde un transmisor de potencia (101) a través de una señal de transferencia de potencia electromagnética, en donde el receptor de potencia (105) comprende:

15 un circuito de entrada (601, 107) que comprende una bobina receptora de potencia (107) dispuesta para extraer potencia de la señal de transferencia de potencia;

un controlador de configuración (609) dispuesto para detectar una preferencia de cambio de configuración de transferencia de potencia para que el transmisor de potencia cambie a una primera configuración de transferencia de potencia de un conjunto de configuraciones de transferencia de potencia;

y caracterizado porque comprende, además,

20 un receptor (605) para recibir un mensaje de configuración de potencia desde el transmisor de potencia (101), en donde el mensaje de configuración de potencia comprende datos indicativos de una amplitud de voltaje de una señal de excitación para al menos la primera configuración de transferencia de potencia del conjunto de configuraciones de transferencia de potencia, en donde las configuraciones de transferencia de potencia del conjunto de configuraciones de transferencia de potencia tienen diferentes combinaciones de un límite de potencia máxima y una

25 amplitud de voltaje y en donde la señal de excitación es para un circuito de salida (302, 103) del transmisor de potencia (101) que comprende una bobina transmisora (103) para generar la señal de transferencia de potencia en respuesta a la aplicación de la señal de excitación al circuito de salida;

30 un transmisor (607) para transmitir un mensaje de solicitud de cambio de configuración de transferencia de potencia al transmisor de potencia en respuesta a la detección de la preferencia de cambio de configuración de transferencia de potencia, en donde el mensaje de solicitud de cambio de configuración de transferencia de potencia comprende una solicitud para que el transmisor de potencia cambie a la primera configuración de transferencia de potencia.

12. El receptor de potencia de acuerdo con la reivindicación 11, en donde el controlador de configuración (609) está dispuesto para controlar la transferencia de potencia para cambiar un voltaje inducido sobre la bobina receptora de potencia antes de un cambio en la configuración de transferencia de potencia a la primera configuración de transferencia de potencia.

13. El receptor de potencia de acuerdo con la reivindicación 11 o 12, en donde el controlador de configuración (609) está dispuesto para cambiar una impedancia de carga para la bobina receptora de potencia antes de un cambio en la configuración de transferencia de potencia a la primera configuración de transferencia de potencia.

14. Un método de funcionamiento de un transmisor de potencia (101) que proporciona potencia de forma inalámbrica a un receptor de potencia (105) a través de una señal de transferencia de potencia electromagnética; en donde el método comprende:

45 una bobina transmisora (103) de un circuito de salida (302, 103) que genera la señal de transferencia de potencia en respuesta a una señal de excitación que se aplica al circuito de salida (302, 103);

generar la señal de excitación;

50 cambiar entre un conjunto de configuraciones de transferencia de potencia, en donde las configuraciones de transferencia de potencia del conjunto de configuraciones de transferencia de potencia tienen diferentes combinaciones de un límite de potencia máximo y una amplitud de voltaje para la señal de excitación;

transmitir un mensaje de configuración de potencia al receptor de potencia (105), en donde el mensaje de configuración de potencia comprende datos indicativos de una amplitud de voltaje para una primera configuración de transferencia de potencia del conjunto de configuraciones de transferencia de potencia;

55 recibir un mensaje de solicitud de cambio de configuración de transferencia de potencia desde el receptor de potencia (105); y en donde la conmutación entre el conjunto de configuraciones de transferencia de potencia cambia el transmisor de potencia (101) a la primera configuración de transferencia de potencia en respuesta al mensaje de solicitud de cambio de configuración de transferencia de potencia.

15. Un método de operación de un receptor de potencia que recibe potencia de forma inalámbrica desde un transmisor de potencia (101) a través de una señal de transferencia de potencia electromagnética, en donde el método comprende:

- 5 una bobina receptora de potencia (107) que extrae potencia de la señal de transferencia de potencia; recibir un mensaje de configuración de potencia del transmisor de potencia (101), en donde el mensaje de configuración de potencia comprende datos indicativos de una amplitud de voltaje de una señal de excitación para al menos una primera configuración de transferencia de potencia de un conjunto de configuraciones de transferencia de potencia, en donde las configuraciones de transferencia de potencia del conjunto de configuraciones de transferencia de potencia tienen diferentes combinaciones de un límite de potencia máxima y una amplitud de voltaje
- 10 y en donde la señal de excitación es para un circuito de salida (302, 103) del transmisor de potencia (101) que comprende una bobina transmisora (103) para generar la transferencia de potencia señal en respuesta a la señal de excitación que se aplica al circuito de salida;
- 15 detectar una preferencia de cambio de configuración de transferencia de potencia para que el transmisor de potencia cambie a la primera configuración de transferencia de potencia; y
- transmitir un mensaje de solicitud de cambio de configuración de transferencia de potencia al transmisor de potencia en respuesta a la detección de la preferencia de cambio de configuración de transferencia de potencia, en donde el mensaje de solicitud de cambio de configuración de transferencia de potencia comprende una solicitud para que el transmisor de potencia cambie a la primera configuración de transferencia de potencia.

- 20 16. Un sistema inalámbrico de transferencia de potencia que comprende un transmisor de potencia (101) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, y que comprende un receptor de potencia (105) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en donde el sistema está configurado para proporcionar potencia de forma inalámbrica a el receptor de potencia (105) desde el transmisor de potencia (101) a través de una señal de transferencia de potencia electromagnética.
- 25

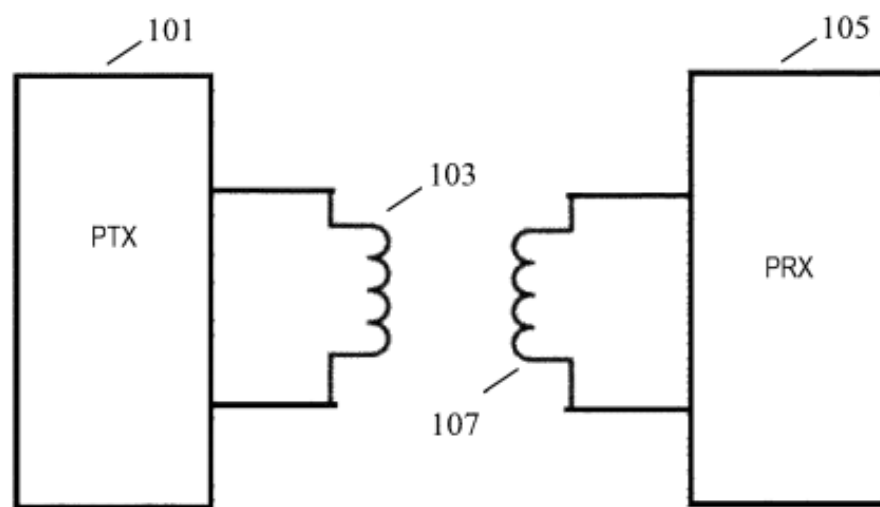


FIG. 1

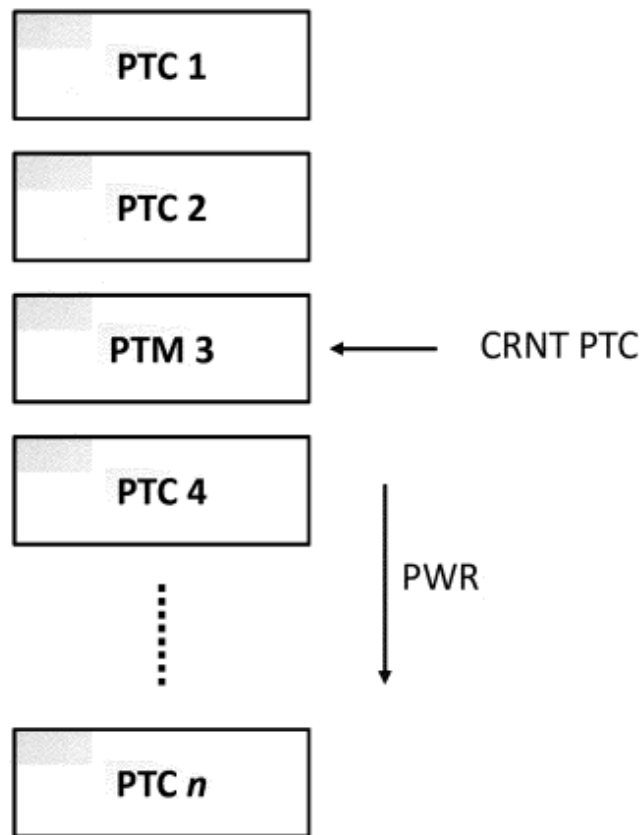
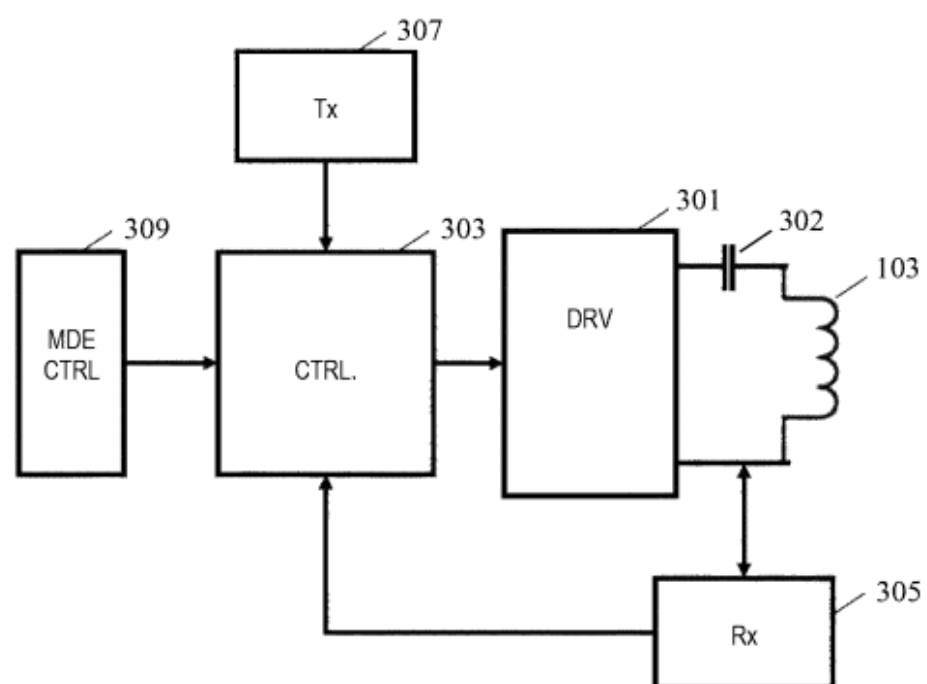


FIG. 2

**FIG. 3**

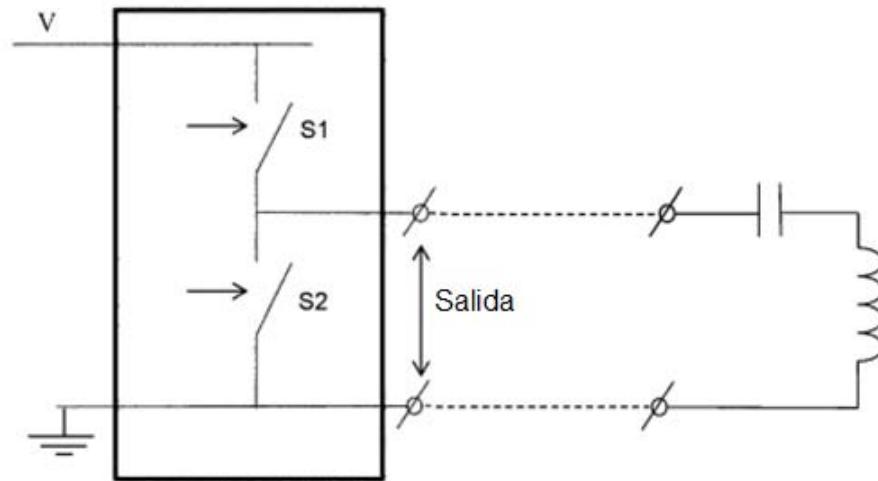


FIG. 4

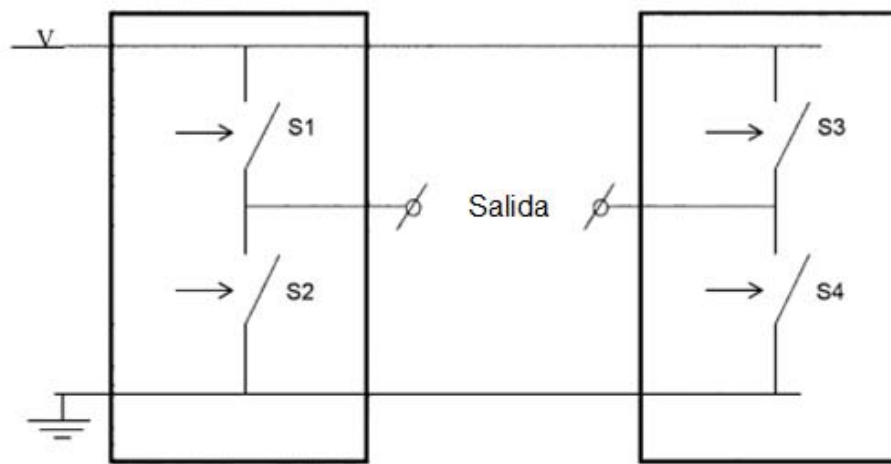


FIG. 5

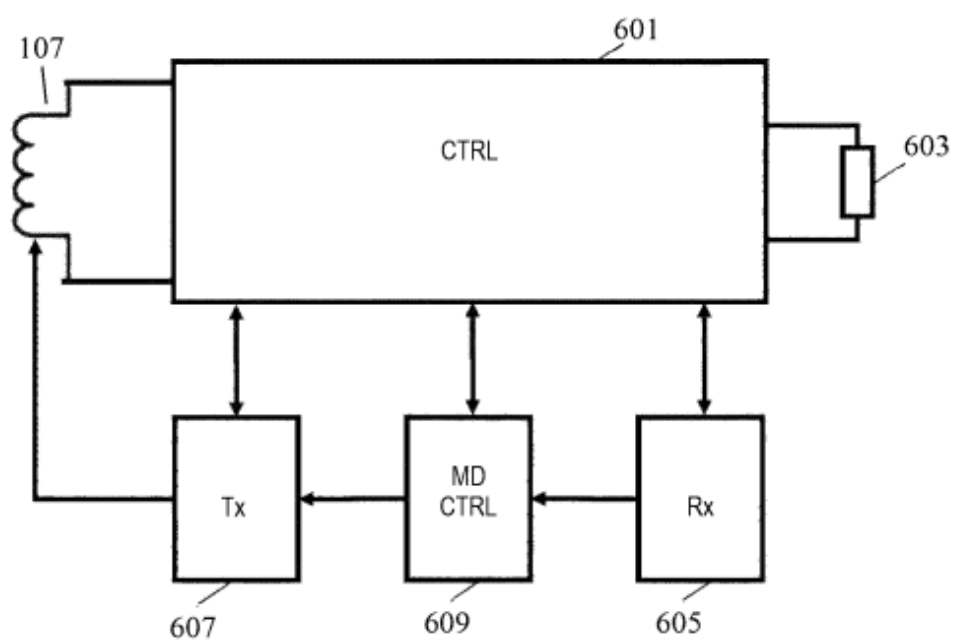


FIG. 6

	b_7	b_6	b_5	b_4	b_3	b_2	b_1	b_0
B_0	Reducción de voltaje							
B_1	Incremento de voltaje							

FIG. 7



FIG. 8



FIG. 9

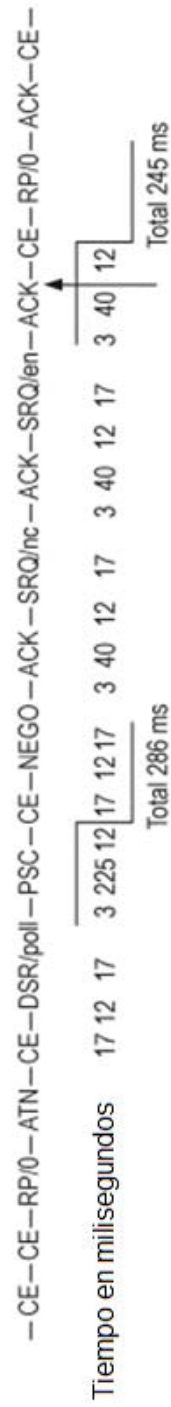


FIG. 10