

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 781 588**

51 Int. Cl.:

H02J 50/12 (2006.01)

H05B 6/06 (2006.01)

H02J 50/80 (2006.01)

H02J 50/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.02.2017 PCT/EP2017/052146**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.08.2017 WO17134101**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.02.2017 E 17702121 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2019 EP 3411936**

54 Título: **Dispositivo, transmisor de potencia y métodos para la transferencia de potencia inalámbrica**

30 Prioridad:

02.02.2016 EP 16153749

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

03.09.2020

73 Titular/es:

**KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)
High Tech Campus 52
5656 AG Eindhoven, NL**

72 Inventor/es:

VAN WAGENINGEN, ANDRIES

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 781 588 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

Dispositivo, transmisor de potencia y métodos para la transferencia de potencia inalámbrica

5 Campo de la invención

La invención se refiere a la transferencia de potencia inalámbrica y, en particular, pero no exclusivamente, a la transferencia de potencia inalámbrica para aparatos de calentamiento.

10 Antecedentes de la invención

La mayoría de los sistemas y dispositivos eléctricos actuales requieren un contacto eléctrico dedicado con el fin de alimentarse desde una fuente de alimentación externa. Sin embargo, esto tiende a ser poco práctico y requiere que el usuario inserte físicamente los conectores o establezca de otro modo un contacto eléctrico físico. Habitualmente, los requisitos de alimentación también difieren significativamente y, actualmente, la mayoría de los dispositivos están provistos de su propia fuente de alimentación dedicada, lo que hace que un usuario típico tenga una gran cantidad de fuentes de alimentación diferentes con cada fuente de alimentación que está 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 necesitarán recargarse (o reemplazarse). El uso de baterías también puede aumentar sustancialmente el peso y, potencialmente, el coste y el tamaño de los dispositivos.

Con el fin de proporcionar una experiencia de usuario significativamente mejorada, se ha propuesto usar una fuente de alimentación inalámbrica en la que la potencia se transfiere inductivamente desde una bobina de transmisor en un dispositivo transmisor de potencia a una bobina de receptor en los dispositivos individuales.

La transmisión de potencia por inducción magnética es un concepto bien conocido, aplicado principalmente a transformadores que tienen un acoplamiento estrecho entre una bobina de transmisor primaria y una bobina de receptor secundaria. Al separar la bobina de transmisor primaria y la bobina de receptor secundaria entre dos dispositivos, la transferencia de potencia inalámbrica entre estos se hace posible de acuerdo con el principio de un transformador acoplado débilmente.

Tal disposición permite una transferencia de potencia inalámbrica al dispositivo sin requerir cables ni realizar conexiones eléctricas físicas. De hecho, puede simplemente permitir que un dispositivo se coloque adyacente a o encima de la bobina de transmisor con el fin de recargarse o alimentarse externamente. Por ejemplo, los dispositivos transmisores de potencia pueden disponerse con una superficie horizontal sobre la que simplemente puede colocarse un dispositivo con el fin de alimentarlo.

Además, tales disposiciones de transferencia de potencia inalámbrica pueden diseñarse ventajosamente de tal manera que el dispositivo transmisor de potencia pueda usarse con una gama de dispositivos receptores de potencia. En particular, se ha definido un enfoque de transferencia de potencia inalámbrica conocido como especificaciones Qi y actualmente se está desarrollando aún más. Este enfoque permite que los dispositivos transmisores de potencia que cumplan las especificaciones Qi se usen con dispositivos receptores de potencia que también cumplan las especificaciones Qi sin que estos tengan que ser del mismo fabricante o estar dedicados entre sí. Las especificaciones Qi incluyen además algunas funcionalidades para permitir que la operación se adapte al dispositivo receptor de potencia específico (por ejemplo, depender del consumo de potencia específico).

La especificación Qi se desarrolla por el Wireless Power Consortium.

Con el fin de soportar el funcionamiento conjunto y la interoperabilidad de los transmisores de potencia y los receptores de potencia, es preferible que estos dispositivos puedan comunicarse entre sí, es decir, es deseable que se admita la comunicación entre el transmisor de potencia y el receptor de potencia, y, preferentemente, que la comunicación se soporte en ambas direcciones.

La especificación Qi soporta la comunicación desde el receptor de potencia al transmisor de potencia, permitiendo de este modo que el receptor de potencia proporcione información que pueda permitir que el transmisor de potencia se adapte al receptor de potencia específico. En la especificación actual, se ha definido un enlace de comunicación unidireccional desde el receptor de potencia al transmisor de potencia y el enfoque se basa en la filosofía de que el receptor de potencia es el elemento de control. Para preparar y controlar la transferencia de potencia entre el transmisor de potencia y el receptor de potencia, el receptor de potencia comunica específicamente información al transmisor de potencia.

La especificación Qi se está desarrollando para soportar aplicaciones de alta potencia cada vez más exigentes. Por ejemplo, la especificación está diseñada para usarse con dispositivos que consumen varios kilovatios de potencia. Además, se están desarrollando nuevas especificaciones y estándares de transferencia de potencia inalámbrica para abordar aplicaciones de mayor potencia.

Por ejemplo, se espera que la transferencia de potencia inalámbrica se use cada vez más, por ejemplo, con aparatos de cocina tales como hervidores, batidoras, procesadores de alimentos, etc. En particular, se prevé la transferencia de potencia inalámbrica para suministrar potencia a diversos dispositivos de calentamiento. Por ejemplo, se espera que el concepto se use ampliamente, por ejemplo, en cocinas que soportan hervidores y sartenes que se calientan por medio de inducción magnética.

Como ejemplo, la figura 1 ilustra un ejemplo de una provisión de potencia inalámbrica a un aparato de calentamiento (tal como una sartén o un hervidor).

En el ejemplo, el aparato de suministro de potencia comprende un transmisor de potencia 101 que se muestra subdividido en una fuente de alimentación 103, una bobina de transmisor 105 y un inversor 107 que recibe potencia de la fuente de alimentación 103 y genera una señal de excitación para la bobina de transmisor 105. La bobina de transmisor 105 está localizada cerca, o integrada dentro, de una encimera de cocina 109. Un aparato de calentamiento 111, tal como un hervidor, está colocado sobre la encimera y comprende un elemento de calentamiento 113 en el que el transmisor de potencia 101 puede inducir corrientes parásitas que dan como resultado el calentamiento del elemento de calentamiento.

El fondo de la sartén o el hervidor puede calentarse mucho. Sin embargo, la encimera puede fabricarse de un material que no sea resistente a temperaturas tan altas. Por ejemplo, las encimeras de cocina habituales pueden fabricarse de materiales como madera o granito. Sin embargo, estos materiales pueden tener una resistencia al calor mucho menor y, potencialmente, incluso pueden dañarse si se someten a las altas temperaturas del hervidor.

De hecho, en general, la mayor flexibilidad y variación de las aplicaciones de transferencia de potencia inalámbrica a niveles de potencia cada vez más altos (donde, en particular, la transferencia de potencia puede soportar dispositivos que consumen potencia calentados) ha llevado a mayores riesgos y complicaciones. En particular, este puede ser el caso de los escenarios de cocina que usan transferencia de potencia inalámbrica, pero no se limita a tales aplicaciones.

Con el fin de soportar tales aplicaciones de temperatura, en el documento WO2015062947A1 se ha sugerido que puede introducirse una barrera térmica capaz de proteger la superficie de la encimera. Además, se sugiere que esa barrera térmica incluya un repetidor de potencia para enfocar el campo eléctrico hacia el aparato (para compensar la distancia adicional Z) y que este repetidor de potencia incluya una protección contra sobretemperaturas para reducir la intensidad del campo magnético si la temperatura sube por encima de un umbral.

Sin embargo, si bien este enfoque puede proporcionar un soporte mejorado para la alimentación inalámbrica de, por ejemplo, aparatos de cocina, todavía hay una serie de problemas, cuestiones y desafíos pendientes.

Por ejemplo, en el documento WO2015032419, la aceptación de dispositivos alimentados de manera inalámbrica para cocinas y transmisores de potencia en el mercado podría sufrir el denominado problema del huevo y la gallina, ya que los nuevos aparatos alimentados de manera inalámbrica necesitarán la disponibilidad e instalación de transmisores de potencia, y la instalación de transmisores de potencia solo tendrá sentido si hay aparatos disponibles. Por lo tanto, sería ventajoso que se redujeran los requisitos para los aparatos con el fin de soportar la transferencia de potencia inalámbrica. De hecho, la posibilidad de usar aparatos convencionales que no están específicamente desarrollados para la alimentación inalámbrica sería muy atractiva. Por ejemplo, sería muy deseable que una sartén convencional (además del calentamiento convencional al colocarse sobre un elemento de calentamiento) también pudiera alimentarse mediante una transferencia de potencia inalámbrica procedente de una señal electromagnética. Aunque una barrera térmica, como se describe en el documento WO2015062947A1, puede ayudar en muchas aplicaciones prácticas, puede no ser óptima en todos los escenarios. Por ejemplo, en algunos escenarios, sería ventajoso que la potencia térmica proporcionara más funcionalidad. Sin embargo, al mismo tiempo es deseable que la barrera térmica tenga una baja complejidad con el fin de, por ejemplo, reducir el precio y aumentar la fiabilidad.

Por lo tanto, sería ventajoso un enfoque de transferencia de potencia inalámbrica mejorado y, en particular, sería ventajoso un enfoque que permita una mayor flexibilidad, un soporte mejorado para diferentes aplicaciones y escenarios de uso, una funcionalidad adicional o mejorada, una operación de usuario más fácil y/o un rendimiento mejorado.

Sumario de la invención

En consecuencia, la invención pretende, preferentemente, mitigar, aliviar o eliminar una o más de las desventajas mencionadas anteriormente, individualmente o en cualquier combinación.

De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un dispositivo para soportar una transferencia de potencia a una carga electromagnética desde un transmisor de potencia que comprende una bobina de transferencia de potencia que proporciona una señal electromagnética de transferencia de potencia cuando está en un modo de transferencia de potencia; teniendo el dispositivo una primera área de superficie y una segunda área de superficie y comprendiendo: un circuito de resonancia que incluye un inductor y un condensador, estando el inductor dispuesto

para acoplarse al transmisor de potencia a través de la primera área de superficie y para acoplarse a la carga electromagnética a través de la segunda área de superficie; estando el circuito de resonancia dispuesto para concentrar la energía de la señal electromagnética de transferencia de potencia desde la primera área de superficie hacia la segunda área de superficie; un comunicador para intercambiar mensajes con el transmisor de potencia, estando el comunicador dispuesto para transmitir un mensaje de solicitud al transmisor de potencia que comprende una solicitud para que el transmisor de potencia genere una señal electromagnética de medición; un procesador de indicación de carga para determinar una indicación de carga indicativa de una carga de la señal electromagnética de medición; y un detector para detectar la presencia de la carga electromagnética en respuesta a la indicación de carga; y un controlador para adaptar una operación del sistema de transferencia de potencia inalámbrica en respuesta a la detección de la presencia de la carga electromagnética.

La invención puede proporcionar un enfoque eficaz y, en muchas realizaciones, muy práctico para que un dispositivo intermedio detecte si hay una carga electromagnética presente para la transferencia de potencia desde un transmisor de potencia. El enfoque puede permitir que el dispositivo adapte su operación dependiendo de si la carga electromagnética está presente o no. El dispositivo intermedio comprende un controlador para adaptar una operación del sistema de transferencia de potencia inalámbrica y, en particular, por ejemplo, del dispositivo intermedio, en respuesta a la detección de la presencia de la carga electromagnética. En muchas realizaciones, el dispositivo intermedio puede estar dispuesto para adaptar una operación de transferencia de potencia en respuesta a la detección de la presencia de la carga electromagnética. Específicamente, el dispositivo intermedio puede estar dispuesto para iniciar una transferencia de potencia en respuesta a la detección de la presencia de la carga electromagnética.

Específicamente, el enfoque puede permitir en muchos sistemas que el dispositivo inicialice y/o controle una transferencia de potencia desde el transmisor de potencia a la carga electromagnética, y de hecho puede, en algunas realizaciones, permitir la transferencia de potencia a una carga electromagnética que no tiene funcionalidad para interactuar con el transmisor de potencia. En algunas realizaciones, el dispositivo puede incluso permitir la transferencia de potencia a una placa de calentamiento tradicional, tal como, por ejemplo, a una sartén tradicional.

La invención puede facilitar, habilitar y/o soportar dicha operación a la vez que permite un dispositivo de baja complejidad. En particular, el enfoque puede permitir en muchas realizaciones un dispositivo que no requiera ninguna alimentación más que la que proporciona el transmisor de potencia. Por ejemplo, el dispositivo puede implementarse como un salvamanteles o un posavasos que no requiere enchufarse ni incluye batería. El enfoque puede en muchas realizaciones permitir una detección fiable, ya que la señal electromagnética de medición se genera por el transmisor de potencia, y, por lo tanto, puede generarse habitualmente con una alta intensidad de señal.

La invención puede permitir una flexibilidad y soporte mejorados para una mayor variedad de escenarios de uso diferentes para la transferencia de potencia inalámbrica. Por ejemplo, puede proporcionar un soporte mejorado para, por ejemplo, escenarios de uso de cocina.

El dispositivo puede ser específicamente una barrera térmica y puede proporcionar protección para el transmisor de potencia contra altas temperaturas de la carga electromagnética. El dispositivo puede permitir, por ejemplo, que se usen cargas electromagnéticas calentadas por transferencia de potencia inalámbrica con transmisores de potencia inalámbricos asociados con una protección térmica insuficiente, al mismo tiempo que se garantiza una transferencia de potencia eficiente.

El circuito de resonancia puede operar como un repetidor de potencia dispuesto para concentrar la energía/potencia de la señal electromagnética de transferencia de potencia desde la primera área de superficie hacia la segunda área de superficie al estar dispuesto para aumentar la densidad de flujo magnético para la segunda área de superficie (en comparación con la densidad de flujo magnético si el repetidor de potencia, es decir, el circuito de resonancia, no estuviera presente). El circuito de resonancia puede permitir que el dispositivo se inserte, por ejemplo, entre el transmisor de potencia y la carga electromagnética, al tiempo que permite que se proporcione un fuerte campo magnético a la carga electromagnética. Por ejemplo, el uso de una barrera térmica convencional dará como resultado en la mayoría de los escenarios un rendimiento de transferencia de potencia sustancialmente degradado debido al aumento de la distancia y al acoplamiento reducido entre la bobina de transmisión del transmisor de potencia y la carga electromagnética. Sin embargo, el dispositivo puede proporcionar, por ejemplo, una protección térmica eficiente al permitir una mayor distancia entre la bobina de transmisión y la carga electromagnética, al tiempo que garantiza un acoplamiento efectivo eficiente entre la bobina de transmisión y la carga electromagnética. En particular, el circuito de resonancia puede concentrar el campo magnético de manera que un flujo aumentado pase a través de la carga electromagnética, es decir, puede aumentarse la densidad de flujo. El circuito de resonancia puede concentrar la energía hacia la segunda área de superficie guiando, polarizando o moviendo líneas de campo magnético desde la segunda señal electromagnética hacia la segunda área de superficie. El circuito de resonancia puede funcionar de manera eficaz como una lente magnética. Específicamente, puede deformar el campo magnético del transmisor de potencia para proporcionar un flujo aumentado a través de la segunda área de superficie/la carga electromagnética. Por lo tanto, puede aumentar la densidad de flujo magnético para la segunda área de superficie.

La primera área de superficie y la segunda área de superficie pueden estar en superficies opuestas (y, posiblemente, sustancialmente paralelas) del dispositivo.

5 La primera área de superficie puede estar dispuesta específicamente para acoplarse al transmisor de potencia al estar dispuesta para recibir el transmisor de potencia. La primera área de superficie puede estar dispuesta para tocar, unirse, conectarse o descansar sobre una superficie del transmisor de potencia, o puede proporcionar un área de superficie para que el transmisor de potencia se coloque o se coloque en el transmisor de potencia.

10 La segunda área de superficie puede estar dispuesta específicamente para acoplarse a la carga electromagnética al estar dispuesta para recibir la carga electromagnética. La segunda área de superficie puede estar dispuesta para tocar, unirse, conectarse o descansar sobre una superficie de la carga electromagnética, o puede proporcionar un área de superficie para colocar la carga electromagnética o para colocar el transmisor de potencia.

15 La carga electromagnética puede ser una entidad que extrae potencia de la señal electromagnética de transferencia de potencia. La carga electromagnética puede ser específicamente un receptor de potencia, potencialmente (al menos en parte) sin funcionalidad para interactuar con el transmisor de potencia. La carga electromagnética proporciona una carga de la señal electromagnética de transferencia de potencia. De esta manera, la potencia puede transferirse directamente del transmisor de potencia a la carga electromagnética mediante la señal electromagnética de transferencia de potencia sin ninguna conversión intermedia a energía eléctrica. La carga electromagnética carga el campo magnético generado por la señal de transferencia de potencia. Por lo tanto, la señal/campo magnético de transferencia de potencia hace que se induzca corriente en la carga electromagnética, lo que da como resultado que la carga electromagnética extraiga potencia del campo.

20 La carga electromagnética puede en algunas realizaciones comprender o consistir en un elemento conductor, y, específicamente, un elemento de calentamiento conductor. Específicamente, la potencia puede recibirse por la señal electromagnética de transferencia de potencia, provocando corrientes parásitas en un elemento conductor de la carga electromagnética. La carga electromagnética puede ser, en muchas realizaciones, una placa de calentamiento, por ejemplo, de una sartén, hervidor, olla o aparato de calentamiento de cocina similar.

25 El dispositivo puede estar dispuesto para adaptar una operación en respuesta a la detección de la presencia de la carga electromagnética. En particular, el dispositivo puede comprender un iniciador dispuesto para inicializar una operación de transferencia de potencia en respuesta a la detección de la presencia de la carga electromagnética. La inicialización puede incluir, por ejemplo, transmitir uno o más mensajes al transmisor de potencia para inicializar una operación de transferencia de potencia desde el transmisor de potencia. El dispositivo puede estar dispuesto para transmitir uno o más mensajes al transmisor de potencia en respuesta a la detección de la presencia de la carga electromagnética. El intercambio de mensajes con el transmisor de potencia puede depender de la detección de la presencia de la carga electromagnética.

30 La carga de la señal electromagnética de medición puede ser una potencia extraída. La indicación de carga puede ser indicativa de una potencia que se extrae de la señal electromagnética de medición. La indicación de carga puede determinarse como una medida directa de la carga o puede determinarse indirectamente como una medida que depende de la carga de la señal electromagnética. Por ejemplo, la indicación de carga puede reflejar la impedancia del circuito de resonancia del dispositivo o de un circuito de resonancia del transmisor de potencia.

35 El inductor está dispuesto para acoplarse al transmisor de potencia a través de la primera área de superficie y a la carga electromagnética a través de la segunda área de superficie cuando el dispositivo está en uso y la carga electromagnética está presente.

40 De acuerdo con una característica opcional de la invención, el dispositivo comprende además un controlador de transferencia de potencia dispuesto para controlar la operación de transferencia de potencia del transmisor de potencia intercambiando mensajes de control de transferencia de potencia con el transmisor de potencia, dependiendo una propiedad del intercambio de mensajes de control de transferencia de potencia de la detección de la presencia de la carga electromagnética.

45 El dispositivo puede controlar específicamente la funcionalidad de control de potencia que puede controlar la transferencia de potencia a la carga electromagnética. En muchas realizaciones, esto puede permitir que dispositivos convencionales, tales como aparatos de calentamiento de cocina convencionales, se usen con un transmisor de potencia inalámbrica a pesar de que el dispositivo no tenga ninguna funcionalidad de control o tenga una funcionalidad de control insuficiente para dicha transferencia. En efecto, una carga electromagnética sin funcionalidad de control puede usarse por la funcionalidad de control requerida que se incluye en el dispositivo intermedio. Por ejemplo, podría usarse una sartén convencional con un salvamanteles que comprenda toda la funcionalidad de control requerida por un receptor de potencia para funcionar conjuntamente con el transmisor de potencia para proporcionar una transferencia de potencia.

50 Sin embargo, mientras que la mayor parte de la funcionalidad de control y el intercambio de mensajes para tal escenario pueden seguir las especificaciones y principios de un receptor de potencia habitual de acuerdo con las especificaciones correspondientes (por ejemplo, las especificaciones Qi), la disposición tiene una complejidad adicional porque el dispositivo necesita operar tanto en un modo donde no hay una carga electromagnética presente

- como en un modo donde hay una carga electromagnética presente. En consecuencia, el enfoque actual puede permitir una detección fiable de si la carga electromagnética está presente (al tiempo que permite una baja complejidad y no requiere necesariamente ninguna otra provisión de potencia), permitiendo de este modo que el dispositivo adapte la operación de control de potencia en respuesta a esto. En particular, permitirá que el dispositivo cambie entre diferentes modos de operación. Específicamente, el dispositivo puede cambiar entre un modo de transferencia de potencia activo y un modo de transferencia sin alimentación en respuesta a si se detecta o no la presencia de la carga electromagnética. El intercambio de mensajes (o ausencia de intercambio de mensajes) asociado con un modo no activo y un modo de transferencia de potencia activo puede adaptarse en consecuencia.
- 5
- 10 El controlador de transferencia de potencia puede estar dispuesto para modificar o adaptar el intercambio de mensajes en respuesta a si se detecta o no la presencia de la carga electromagnética.
- En algunas realizaciones, la carga electromagnética puede ser parte de un dispositivo extraíble que no comprende una funcionalidad para comunicarse con el transmisor de potencia. En algunas realizaciones, la carga electromagnética puede no tener la capacidad de controlar una transferencia de potencia desde un transmisor de potencia inalámbrica. Por lo tanto, en algunas realizaciones, la transferencia de potencia desde el transmisor de potencia a la carga electromagnética puede controlarse totalmente por el dispositivo (y el transmisor de potencia).
- 15
- 20 De acuerdo con una característica opcional de la invención, el dispositivo comprende además un controlador de transferencia de potencia dispuesto para controlar un nivel de potencia de la señal electromagnética de transferencia de potencia transmitiendo mensajes de control de potencia al transmisor de potencia.
- En muchas realizaciones, el dispositivo puede controlar el nivel de potencia de la potencia proporcionada a la carga electromagnética. Específicamente, el controlador de transferencia de potencia puede estar dispuesto para controlar el nivel de potencia de la señal electromagnética de transferencia de potencia transmitiendo mensajes de control de potencia al transmisor de potencia durante una fase de transferencia de potencia.
- 25
- 30 De acuerdo con una característica opcional de la invención, el dispositivo comprende además un sensor de temperatura para determinar una indicación de temperatura para la segunda superficie, y en el que el controlador de transferencia de potencia está dispuesto para generar los mensajes de control de potencia en respuesta a la indicación de temperatura.
- El dispositivo puede habilitar o facilitar la transferencia de potencia inalámbrica a, por ejemplo, un elemento de calentamiento, a la vez que permite que esta transferencia de potencia se controle para proporcionar un efecto de calentamiento deseado. Por ejemplo, el enfoque puede permitir que una sartén convencional se caliente a la temperatura deseada mediante la potencia proporcionada por un transmisor de potencia inalámbrica.
- 35
- 40 Por ejemplo, una placa de calentamiento puede alimentarse por la señal de transferencia de potencia y la temperatura puede controlarse por un bucle de control de potencia desde el receptor de potencia al transmisor de potencia.
- El indicador de temperatura puede ser un valor indicativo de una temperatura medida, de tal manera que valores crecientes indican temperaturas crecientes. El sensor de temperatura puede colocarse de tal manera que la indicación de temperatura sea indicativa de la temperatura de un elemento de la carga electromagnética, y, específicamente, pueda ser indicativa de la temperatura de un elemento de calentamiento calentado por la señal electromagnética de transferencia de potencia. El sensor de temperatura puede colocarse, por ejemplo, cerca de la segunda superficie, que puede ser una superficie con la que el elemento de carga electromagnética está en contacto cuando está en uso.
- 45
- 50 De acuerdo con una característica opcional de la invención, el dispositivo comprende además un controlador de transferencia de potencia dispuesto para inicializar una fase de transferencia de potencia en respuesta a la detección de la presencia de una señal electromagnética mediante el intercambio de mensajes de control de transferencia de potencia con el transmisor de potencia.
- Esto puede proporcionar una operación eficiente y permitir una baja complejidad del dispositivo. En particular, el enfoque puede permitir en muchos escenarios que el dispositivo no requiera que se suministre alimentación por ningún otro medio que no sea el transmisor de potencia, es decir, puede eliminar la necesidad de que el dispositivo se alimente eléctricamente o que comprenda una batería. El dispositivo puede estar dispuesto para extraer potencia de la señal electromagnética para alimentar al menos el controlador de transferencia de potencia.
- 55
- 60 El controlador de transferencia de potencia puede inicializar la operación de transferencia de potencia transmitiendo uno o más mensajes de inicialización de transferencia de potencia al transmisor de potencia, tal como, por ejemplo, un mensaje de solicitud de transferencia de potencia o un mensaje de respuesta a una consulta del transmisor de potencia, por ejemplo, proporcionando información de parámetros de transferencia de potencia al transmisor de potencia.
- 65 La señal electromagnética puede ser específicamente la señal electromagnética de transferencia de potencia o una señal electromagnética de comunicación proporcionada para la comunicación por el transmisor de potencia (por

ejemplo, un soporte de comunicación para la modulación de carga por el dispositivo).

5 De acuerdo con una característica opcional de la invención, el dispositivo comprende además un controlador de transferencia de potencia dispuesto para terminar una operación de transferencia de potencia en respuesta a la determinación por parte del detector de que la indicación de carga no es indicativa de que la carga electromagnética esté presente mediante al menos una de entre la transmisión de un mensaje de finalización de transferencia de potencia al transmisor de potencia y la supresión de los mensajes de control de transferencia de potencia para el transmisor de potencia.

10 Esto puede proporcionar una operación eficaz y, en particular, puede reducir el riesgo de que se generen fuertes campos magnéticos en momentos en los que no hay carga electromagnética, y, por lo tanto, puede reducir el riesgo de, por ejemplo, un calentamiento involuntario de objetos extraños.

15 En algunas realizaciones, el dispositivo comprende además una unidad de medición para generar una indicación de carga en respuesta a una medición de una propiedad de la señal electromagnética de medición; y el detector está dispuesto para determinar si la carga electromagnética está presente o no en respuesta a una comparación de la indicación de carga con un valor de referencia.

20 Esto puede proporcionar una operación eficiente en muchas realizaciones y puede reducir específicamente el requisito de cambios en el transmisor de potencia, proporcionando de este modo una compatibilidad regresiva mejorada. En muchas realizaciones, el enfoque puede permitir una determinación más rápida de la indicación de carga y, por lo tanto, una detección más rápida de la presencia de la carga electromagnética.

25 En algunas realizaciones, el dispositivo puede detectar de manera sustancialmente autónoma e independiente si la carga electromagnética está presente en función de una medición de una propiedad que refleja la carga de la señal electromagnética de medición.

30 El valor de referencia puede ser un valor determinado a partir de una provisión anterior de una señal electromagnética de medición. El transmisor de potencia puede generar la señal electromagnética de medición para que tenga sustancialmente las mismas propiedades que la señal electromagnética de medición anterior. En algunas realizaciones, el valor de referencia puede ser un valor predeterminado. Por ejemplo, el transmisor de potencia puede estar dispuesto para generar siempre la señal electromagnética de medición para que tenga las mismas propiedades predeterminadas.

35 En algunas realizaciones, el procesador de carga puede estar dispuesto para generar la indicación de carga en respuesta a una propiedad operativa del repetidor de potencia.

40 De acuerdo con una característica opcional de la invención, el dispositivo comprende además un extractor de potencia dispuesto para extraer potencia de una señal electromagnética generada por el transmisor de potencia para encender al menos parcialmente el dispositivo; y el comunicador está dispuesto para transmitir el mensaje de solicitud al transmisor de potencia como parte del encendido.

45 Esto puede proporcionar una operación eficiente y permitir una baja complejidad del dispositivo. En particular, el enfoque puede permitir en muchos escenarios que el dispositivo no requiera que se suministre alimentación por ningún otro medio que no sea el transmisor de potencia, es decir, puede eliminar la necesidad de que el dispositivo se alimente eléctricamente o que comprenda una batería.

50 En algunas realizaciones, el dispositivo comprende además una interfaz de usuario para recibir entradas de usuario, y un calibrador dispuesto para inicializar una calibración de al menos uno de los criterios para detectar la presencia de la carga electromagnética y la determinación de la indicación de carga en respuesta a la recepción de una entrada de usuario que indica si la carga electromagnética está presente.

55 Esto puede proporcionar una operación facilitada y/o mejorada en muchas realizaciones. En particular, en muchas aplicaciones puede proporcionar una detección más fiable y/o precisa.

60 De acuerdo con una característica opcional de la invención, el comunicador está dispuesto para recibir un mensaje de carga del transmisor de potencia que comprende datos de carga indicativos de la carga de la señal electromagnética de medición determinada por el transmisor de potencia; y el procesador de indicación de carga está dispuesto para determinar la indicación de carga en respuesta a los datos de carga.

Esto puede facilitar la operación y/o implementación en muchas realizaciones. En particular, en muchas realizaciones puede reducir la complejidad del dispositivo.

65 De acuerdo con una característica opcional de la invención, el detector está dispuesto para detectar si la carga electromagnética está presente en respuesta a una comparación de la indicación de carga y una indicación de carga anterior.

Esto puede proporcionar una operación facilitada y/o mejorada en muchas realizaciones. En particular, en muchas aplicaciones puede proporcionar una detección más fiable y/o precisa.

5 De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un transmisor de potencia para proporcionar potencia inalámbrica a una carga electromagnética a través de un dispositivo intermedio; comprendiendo el transmisor de potencia: un circuito de resonancia que comprende una impedancia capacitiva y una impedancia inductiva, comprendiendo la impedancia inductiva una bobina de transmisor para generar una señal electromagnética de transferencia de potencia para transferir potencia de manera inalámbrica a la carga electromagnética; un excitador para generar una señal de excitación para el circuito de resonancia; un comunicador de mensajes para comunicar mensajes con el dispositivo intermedio; un procesador de mensajes para detectar un mensaje de solicitud que se recibe del dispositivo intermedio que comprende una solicitud para que el transmisor de potencia genere una señal electromagnética de medición; y un generador de señal electromagnética para generar la señal electromagnética de medición en respuesta a la detección del mensaje de solicitud.

15 El transmisor de potencia puede permitir una operación o implementación de transferencia de potencia mejorada y/o facilitada como se ha descrito anteriormente.

20 En algunas realizaciones, el generador de señal electromagnética está dispuesto para generar la señal electromagnética de medición excitando el circuito de resonancia para generar una señal electromagnética de transferencia de potencia.

25 Esto puede proporcionar un rendimiento mejorado y/o una implementación facilitada en muchas realizaciones. Por ejemplo, puede reducir la circuitería requerida para implementar la provisión de la señal electromagnética de medición. En muchas realizaciones, puede permitir una mayor reutilización de la circuitería (por ejemplo, la bobina de transmisor) con múltiples fines.

30 De acuerdo con una característica opcional de la invención, el transmisor de potencia comprende además una bobina de medición y el generador de señal electromagnética está dispuesto para generar la señal electromagnética de medición usando la bobina de medición y en una banda de frecuencia diferente de una banda de frecuencia para la señal electromagnética de transferencia de potencia.

35 Esto puede proporcionar un rendimiento mejorado y/o una implementación facilitada en muchas realizaciones. En algunas realizaciones, puede permitir una detección más precisa.

40 En algunas realizaciones, el transmisor de potencia puede comprender una bobina de comunicación para comunicarse con el dispositivo intermedio usando una primera banda de frecuencia diferente de una banda de frecuencia para la señal electromagnética de transferencia de potencia; y el generador de señal electromagnética puede estar dispuesto para generar la señal electromagnética de medición en la primera banda de frecuencia usando la bobina de comunicación.

45 De acuerdo con una característica opcional de la invención, el generador de señal electromagnética está dispuesto para generar la señal electromagnética de medición para que tenga propiedades correspondientes a una señal electromagnética de medición generada anteriormente.

Esto puede facilitar y/o mejorar la detección en muchas realizaciones.

50 En algunas realizaciones, un sistema de transferencia de potencia inalámbrica puede comprender un dispositivo y un transmisor de potencia como se ha descrito anteriormente.

55 De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un método para un dispositivo que soporta una transferencia de potencia a una carga electromagnética desde un transmisor de potencia que comprende una bobina de transferencia de potencia que proporciona una señal electromagnética de transferencia de potencia cuando está en un modo de transferencia de potencia; teniendo el dispositivo una primera área de superficie y una segunda área de superficie y comprendiendo un circuito de resonancia que incluye un inductor y un condensador, acoplándose el inductor al transmisor de potencia a través de la primera área de superficie y acoplándose a la carga electromagnética a través de la segunda área de superficie; estando el circuito de resonancia dispuesto para concentrar la energía de la señal electromagnética de transferencia de potencia desde la primera área de superficie hacia la segunda área de superficie; comprendiendo el método: intercambiar mensajes con el transmisor de potencia, incluida la transmisión de un mensaje de solicitud al transmisor de potencia que comprende una solicitud para que el transmisor de potencia genere una señal electromagnética de medición; determinar una indicación de carga indicativa de una carga de la señal electromagnética de medición; detectar una presencia de la carga electromagnética en respuesta a la indicación de carga; y un controlador para adaptar una operación del sistema de transferencia de potencia inalámbrica en respuesta a la detección de la presencia de la carga electromagnética.

65 De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un método de operación para un transmisor de potencia

que proporciona potencia inalámbrica a una carga electromagnética a través de un dispositivo intermedio; comprendiendo el transmisor de potencia un circuito de resonancia que comprende una impedancia capacitiva y una impedancia inductiva, comprendiendo la impedancia inductiva una bobina de transmisor para generar una señal electromagnética de transferencia de potencia para transferir potencia de manera inalámbrica a la carga electromagnética; comprendiendo el método: generar una señal de excitación para el circuito de resonancia; comunicar mensajes con el dispositivo intermedio; detectar un mensaje de solicitud que se recibe del dispositivo intermedio que comprende una solicitud para que el transmisor de potencia genere una señal electromagnética de medición; y generar la señal electromagnética de medición en respuesta a la detección del mensaje de solicitud.

Estos y otros aspectos de la invención serán evidentes y se aclararán con referencia a la o las realizaciones que se describen en lo sucesivo en el presente documento.

Breve descripción de los dibujos

Se describirán realizaciones de la invención, solo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos, en los que

la figura 1 es una ilustración de un sistema de transferencia de potencia inalámbrica;

la figura 2 es una ilustración de un sistema de transferencia de potencia inalámbrica;

la figura 3 es una ilustración de una trayectoria de alimentación de un sistema de transferencia de potencia inalámbrica;

la figura 4 es una ilustración de algunas formas de onda de tensión de una trayectoria de alimentación de un sistema de transferencia de potencia inalámbrica;

la figura 5 es una ilustración de un sistema de transferencia de potencia inalámbrica de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;

la figura 6 es una ilustración de un ejemplo de un repetidor de potencia para un sistema de transferencia de potencia inalámbrica de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;

la figura 7 es una ilustración de un ejemplo de un repetidor de potencia para un sistema de transferencia de potencia inalámbrica de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;

la figura 8 es una ilustración de un ejemplo de un dispositivo intermedio para un sistema de transferencia de potencia inalámbrica de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;

la figura 9 es una ilustración de un ejemplo de un transmisor de potencia para un sistema de transferencia de potencia inalámbrica de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;

la figura 10 es una ilustración de un ejemplo de un transmisor de potencia para un sistema de transferencia de potencia inalámbrica de acuerdo con algunas realizaciones de la invención; y

la figura 11 es una ilustración de un ejemplo de un dispositivo intermedio para una alimentación inalámbrica.

Descripción detallada de algunas realizaciones de la invención

La siguiente descripción se centra en realizaciones de la invención aplicables a una aplicación de cocina, y, en particular, a una transferencia de potencia inalámbrica a un elemento de calentamiento de un aparato de cocina, tal como una sartén. Sin embargo, se apreciará que la invención no se limita a esta aplicación, sino que puede aplicarse a muchas otras aplicaciones y sistemas de transferencia de potencia inalámbrica. La descripción también se centrará en realizaciones compatibles con muchos aspectos de los sistemas de transferencia de potencia inalámbrica Qi, pero se apreciará que esto es solo un ejemplo y que los principios y enfoques descritos no se limitan a dicha aplicación.

La figura 2 ilustra un ejemplo de un sistema de transferencia de potencia. El sistema de transferencia de potencia comprende un transmisor de potencia 201 que incluye (o está acoplado a) una bobina de transmisor/inductor 203. El sistema comprende además un receptor de potencia 205 que incluye (o está acoplado a) una bobina de receptor/inductor 207.

El sistema proporciona una transferencia de potencia inductiva inalámbrica desde el transmisor de potencia 201 al receptor de potencia 205. Específicamente, el transmisor de potencia 201 genera una señal electromagnética de transferencia de potencia (que por brevedad también se denominará señal de potencia o señal de transferencia de potencia) que la bobina de transmisor 203 propaga como un flujo magnético. Habitualmente, la señal de alimentación puede tener una frecuencia de entre 20 kHz y 200 kHz. La bobina de transmisor 203 y la bobina de receptor 207 están acopladas débilmente, y, por lo tanto, la bobina de receptor 207 recoge (al menos parte de) la señal de potencia del transmisor de potencia 201. Por lo tanto, la potencia se transfiere desde el transmisor de potencia 201 al receptor de potencia 205 a través de un acoplamiento inductivo inalámbrico desde la bobina de transmisor 203 a la bobina de receptor 207. La expresión señal de potencia /señal de transferencia de potencia o señal electromagnética de transferencia de potencia puede usarse para referirse a la señal magnética o inductiva entre la bobina de transmisor 203 y la entidad receptora de potencia (la señal de flujo magnético), pero se apreciará que por equivalencia también puede considerarse y usarse como una referencia a la señal eléctrica proporcionada a la bobina de transmisor 203.

A continuación, se describirá la operación del transmisor de potencia 201 y el receptor de potencia 205 con referencia específica a la especificación Qi. En particular, el transmisor de potencia 201 y el receptor de potencia 205 pueden ser sustancialmente compatibles con la versión 1.0 o 1.1 de la especificación Qi (excepto por las modificaciones y mejoras

descritas en el presente documento (o consecuentes con el mismo)).

Para controlar la transferencia de potencia, el sistema puede proceder a través de diferentes fases, en particular una fase de selección, una fase de comprobación de disponibilidad (ping), una fase de identificación y configuración, y una fase de transferencia de potencia. Puede encontrarse más información en el capítulo 5 de la parte 1 de la especificación de potencia inalámbrica Qi.

Inicialmente, el transmisor de potencia 201 se encuentra en la fase de selección en la que simplemente monitoriza la presencia potencial de un receptor de potencia. El transmisor de potencia 201 puede usar una diversidad de métodos con este fin, por ejemplo, como se describe en la especificación de potencia inalámbrica Qi. Si se detecta dicha presencia potencial, el transmisor de potencia 201 entra en la fase de comprobación de disponibilidad en la que se genera temporalmente una señal de potencia. El receptor de potencia 205 puede aplicar la señal recibida para encender su electrónica. Después de recibir la señal de potencia, el receptor de potencia 205 comunica un paquete inicial al transmisor de potencia 201. Específicamente, se transmite un paquete de intensidad de señal que indica el grado de acoplamiento entre el transmisor de potencia y el receptor de potencia. Puede encontrarse más información en el capítulo 6.3.1 de la parte 1 de la especificación de potencia inalámbrica Qi. Por lo tanto, en la fase de comprobación de disponibilidad se determina si un receptor de potencia 205 está presente en la interfaz del transmisor de potencia 201.

Tras recibir el mensaje de intensidad de señal, el transmisor de potencia 201 pasa a la fase de identificación y configuración. En esta fase, el receptor de potencia 205 mantiene su carga de salida desconectada y se comunica con el transmisor de potencia 201 usando una modulación de carga. El transmisor de potencia 201 proporciona una señal de potencia de amplitud, frecuencia y fase constantes con este fin (con la excepción del cambio provocado por la modulación de carga). El transmisor de potencia 201 usa los mensajes para configurarse de acuerdo con lo solicitado por el receptor de potencia 205. Los mensajes del receptor de potencia 205 no se comunican continuamente, sino que se comunican a intervalos.

Después de la fase de identificación y configuración, el sistema pasa a la fase de transferencia de potencia, donde tiene lugar la transferencia de potencia real. Específicamente, después de haber comunicado su requerimiento de alimentación, el receptor de potencia 205 conecta la carga de salida y la suministra con la potencia recibida. El receptor de potencia 205 monitoriza la carga de salida y mide el error de control entre el valor real y el valor deseado de un cierto punto operativo. Comunica tales errores de control al transmisor de potencia 201 a una velocidad mínima, por ejemplo, cada 250 ms para indicar estos errores al transmisor de potencia 201, así como el deseo de un cambio, o ningún cambio, de la señal de potencia. Por lo tanto, en la fase de transferencia de potencia, el receptor de potencia 205 también realiza una modulación de carga de la señal de potencia a intervalos de modulación de carga con el fin de comunicar información al transmisor de potencia 201. Se apreciará que pueden usarse de manera alternativa o adicional otros enfoques de comunicación.

La figura 3 ilustra un ejemplo de una trayectoria de suministro de potencia para proporcionar una transferencia de potencia a una carga electromagnética, tal como, específicamente, un elemento de calentamiento (por ejemplo, una sartén). La provisión de potencia comprende un transmisor de potencia 201 como se ha descrito con referencia a la figura 2. El transmisor de potencia 201 comprende una fuente de alimentación 301 en forma de un convertidor de CA/CC que rectifica la tensión de CA de entrada (por ejemplo, la red eléctrica). La señal de red eléctrica rectificadas se alimenta a un convertidor de CC/CA en forma de un inversor 303 que genera una señal de excitación de alta frecuencia que se alimenta a un tanque resonante 305 (un circuito L-C sintonizado) que incluye una bobina de transmisor. El sistema incluye una carga electromagnética en forma de una sartén de calentamiento. La carga electromagnética puede representarse por una bobina de receptor 307 y una carga R_Sole 309 (que representa la carga de la carga electromagnética y, específicamente, las pérdidas de corriente parásita en el elemento de calentamiento).

La figura 4 ilustra las formas de onda de tensión de la trayectoria de alimentación de la figura 3. La tensión de red eléctrica Uredeléctrica se rectifica por el convertidor de CA/CC 303 a la tensión Udc_abs. Un condensador de almacenamiento grande, que se usa para almacenar temporalmente la tensión de red eléctrica rectificadas, normalmente no se aplica en este tipo de aplicaciones, ya que se añadirá a la distorsión armónica de red eléctrica total de esta aplicación. Como resultado, el convertidor de CA/CC 303 genera una tensión de CC variable.

Debido a las características de la tensión rectificadas Udc_abs, la tensión de salida Uac_HF del inversor 303 tiene la forma mostrada en la figura 4. La frecuencia operativa normal del inversor es del orden de 20 kHz a 100 kHz.

La bobina de transmisor, junto con la bobina de receptor 307 y el receptor de resistencia R_Sole 309 es esencialmente la carga del inversor 303. Sin embargo, debido a la naturaleza de esta carga (tanto inductiva como resistiva), habitualmente se usa un circuito resonante entre el inversor 303 y esta carga con el fin de cancelar la parte inductiva de la carga. Además, habitualmente, la red resonante da como resultado una reducción en las pérdidas de conmutación del inversor 303.

En el ejemplo, el transmisor de potencia 201 no transfiere, por lo tanto, potencia a un receptor de potencia convencional para suministrar potencia eléctrica a una carga externa, sino que proporciona potencia a una carga electromagnética

que extrae directamente energía del campo electromagnético generado por el sistema de transferencia de potencia. La carga electromagnética puede comprender o consistir específicamente en un elemento conductor en el que la señal electromagnética genera corrientes parásitas que, a continuación, generan calor.

5 Además, en muchas realizaciones, el dispositivo o entidad de carga electromagnética puede no comprender ninguna funcionalidad para comunicarse con el transmisor de potencia y, por lo tanto, ninguna funcionalidad para controlar la operación de transferencia de potencia. De hecho, la carga electromagnética puede ser simplemente un elemento conductor, tal como una placa de calentamiento sin componentes electrónicos o funcionalidades asociados.

10 El mismo transmisor de potencia 201 puede usarse en consecuencia en diferentes escenarios. Específicamente, puede usarse con un receptor de potencia convencional 205, en el ejemplo de la figura 2, o puede usarse con una carga electromagnética simple que tiene una funcionalidad limitada, o posiblemente ninguna funcionalidad, para interactuar con el transmisor de potencia 201.

15 En un escenario a modo de ejemplo, el transmisor de potencia 201 puede usarse en un entorno de cocina para proporcionar potencia inalámbrica a diversos aparatos de cocina, incluyendo batidoras, procesadores de alimentos, hervidores, ollas, sartenes, etc. En el ejemplo, el transmisor de potencia 201 puede ser parte de un grupo de transmisores de potencia que pueden proporcionar potencia simultáneamente a una pluralidad de aparatos. Algunos de los transmisores de potencia pueden proporcionarse en una zona de cocinado que está fabricada de materiales resistentes al calor (como un material cerámico). Otros de los transmisores de potencia pueden proporcionarse en una zona de preparación que está fabricada de un material que no es resistente al calor (como, por ejemplo, una encimera de cocina fabricada de madera). Por lo tanto, el usuario puede encontrarse en una situación en la que puede tener una serie de posiciones de alimentación disponibles, de las cuales algunas pueden ser adecuadas para aparatos que pueden calentarse, mientras que otras posiciones de alimentación pueden no ser adecuadas para estas posiciones.
20 Sin embargo, a veces puede ser útil para el usuario que estas posiciones también puedan usarse para proporcionar alimentación a los aparatos de calentamiento que pueden calentarse.

Específicamente, el transmisor de potencia 201 puede colocarse inmediatamente debajo (o ser parte de) una encimera no resistente al calor, lo que la hace inadecuada para aparatos de calentamiento como hervidores, ollas y sartenes.
30 Sin embargo, puede ser deseable usar este transmisor de potencia para alimentar tales aparatos de calentamiento, y, específicamente, aparatos de calentamiento que pueden proporcionar calor por la inducción de corrientes parásitas en un elemento de calor conductor. Sin embargo, con el fin de maximizar la eficiencia energética, tales elementos de calentamiento a menudo pueden colocarse en la parte del aparato que está en contacto más cercano con el transmisor de potencia. Específicamente, para un transmisor de potencia en una superficie de encimera, el aparato puede diseñarse con el elemento de calentamiento en la parte inferior. Durante el uso, en consecuencia, el elemento de calentamiento también entrará en contacto con la superficie de encimera (como se ilustra en la figura 1). Esto puede provocar daños en la encimera, que habitualmente no será resistente al calor.

40 Con el fin de abordar este problema, puede introducirse un dispositivo intermedio 501 que puede formar una barrera térmica entre la encimera 503 y la placa de calentamiento/carga electromagnética 505 como se ilustra en la figura 5. El dispositivo intermedio 501 puede fabricarse de un material resistente al calor adecuado, tal como de un material cerámico adecuado. El dispositivo intermedio 501 puede implementarse, por ejemplo, como un posavasos o un salvamanteles que el usuario puede poner sobre la encimera, colocando a continuación el usuario el aparato (por ejemplo, una olla o una sartén) sobre el posavasos/salvamanteles.

45 Sin embargo, aunque esto puede permitir que la posición de alimentación no protegida (el transmisor de potencia) se use para alimentar dispositivos de calentamiento, habitualmente también aumentará sustancialmente la distancia Z entre el transmisor de potencia 201 y la carga electromagnética 201. Por lo tanto, la distancia entre la bobina de transmisor de potencia y la placa de calentamiento aumentará sustancialmente, lo que dará como resultado un acoplamiento sustancialmente reducido entre las mismas.

50 Esto dará como resultado un requisito de corrientes más altas en la bobina de transmisor de potencia 305 con el fin de obtener la misma cantidad de campo de flujo magnético a capturar por la carga electromagnética 505. Las corrientes más altas provocan más pérdidas en el inversor 303 y la bobina de transmisor 305. Además, las corrientes más altas y la mayor distancia entre el transmisor de potencia 201 y la carga electromagnética 505 darán como resultado más flujo de fuga. Esto conduce a problemas con la interferencia electromagnética (EMI) y la fuerza electromagnética (EMF). Por ejemplo, la Comisión Internacional de Electrotécnica (CEI) establece estándares internacionales para la interferencia electromagnética radiada y conducida que deben tenerse en cuenta para un sistema de transferencia de potencia inalámbrica, y estos requisitos pueden ser cada vez más difíciles de cumplir cuando aumenta la distancia entre el receptor de potencia y el transmisor de potencia.

60 Para abordar tales problemas, un dispositivo intermedio 501 de acuerdo con algunas realizaciones de la invención puede comprender un circuito de resonancia que incluye un inductor y un condensador. El circuito de resonancia puede funcionar con eficacia como un repetidor de potencia que dirige el campo magnético hacia la carga electromagnética. El circuito de resonancia a menudo puede estar formado por un solo inductor y un solo condensador.
65 Sin embargo, se apreciará que en algunas realizaciones el circuito de resonancia puede incluir una pluralidad de

inductores y/o condensadores. Habitualmente, tales circuitos son equivalentes a un circuito de resonancia que comprende un solo condensador e inductor. También se apreciará que el circuito de resonancia puede incluir otros componentes, como, por ejemplo, resistencias o, a veces, elementos de conmutación.

5 Habitualmente, el circuito puede formar un circuito resonante paralelo (equivalente) simple, tal como se ilustra en la figura 6 (mostrado tanto esquemáticamente como con una vista en sección transversal del inductor).

Se apreciará que estos problemas no son específicos del dispositivo intermedio 501 que forma una barrera térmica, sino que también serán propios del dispositivo intermedio 501 que no proporciona una barrera térmica. Por ejemplo, el dispositivo intermedio 501 puede fabricarse del mismo material que la encimera 503 (específicamente, madera) y solo puede usarse para aplicaciones de calentamiento a baja temperatura (o para aplicaciones sin calentamiento). De hecho, en algunas realizaciones, incluso puede ser aceptable que se use un dispositivo intermedio 501 que se verá dañado por el elemento de calentamiento. Por ejemplo, puede fabricarse del mismo material que la encimera 503, pero puede ser aceptable que este se marque, por ejemplo, debido a un calentamiento excesivo, ya que, al contrario que la encimera 503, puede ser de bajo coste y fácilmente reemplazable. Por lo tanto, la presencia o función de una barrera térmica del dispositivo intermedio 501 puede ser ventajosa en muchas realizaciones, pero de ninguna manera es esencial y puede evitarse en muchas realizaciones prácticas.

La figura 5 ilustra el dispositivo intermedio 501 que comprende un repetidor de potencia 507 que comprende un circuito de resonancia, en este caso formado por el inductor Lrep (mostrado en sección transversal) y el condensador Crep.

El dispositivo intermedio 501 tiene una primera área de superficie 509 que está en contacto con la encimera 109 cerca del transmisor de potencia 101 cuando el sistema está en uso. Por lo tanto, el dispositivo intermedio 501 y, específicamente, el repetidor de potencia/circuito de resonancia 507 se acopla al transmisor de potencia 101 a través de la primera área de superficie 509. El transmisor de potencia 101 genera en consecuencia una primera señal/campo/flujo electromagnético al que el repetidor de potencia 507 se acopla predominantemente a través de la primera área de superficie 509.

Además, el dispositivo intermedio 501 comprende una segunda área de superficie 511 que está destinada a estar en contacto con la carga electromagnética 505 cuando está en uso. Específicamente, el elemento de calentamiento de un dispositivo de calentamiento puede colocarse en la segunda área de superficie 511.

La potencia inalámbrica se proporciona a la carga electromagnética 505 a través de una segunda señal/campo/flujo magnético que se proporciona predominantemente a través de la segunda área de superficie 511. Por lo tanto, el acoplamiento de la carga electromagnética 505 al dispositivo intermedio 501/repetidor de potencia 507 es predominantemente a través de la segunda área de superficie 511.

La segunda área de superficie 511 puede estar específicamente dispuesta para acoplarse a la carga electromagnética 505, estando dispuesta para recibir la carga electromagnética. La segunda área de superficie 511 puede estar dispuesta para tocar, unirse, conectarse o descansar sobre una superficie de la carga electromagnética 505, o puede proporcionar un área de superficie sobre la que colocar la carga electromagnética 505.

La primera área de superficie 509 puede estar dispuesta específicamente para acoplarse al transmisor de potencia 201, estando dispuesta para recibir el transmisor de potencia 201. La primera área de superficie 509 puede estar dispuesta para tocar, unirse, conectarse o descansar sobre una superficie del transmisor de potencia 201, o puede proporcionar un área de superficie para colocar el transmisor de potencia 201.

En el dispositivo intermedio 501, el circuito de resonancia incluye un inductor y un condensador donde el inductor está dispuesto para acoplarse al transmisor de potencia 201 a través de una primera área de superficie 509 y a la carga electromagnética 505 a través de una segunda área de superficie 511. El circuito de resonancia tiene el efecto de concentrar la energía de la señal electromagnética de transferencia de potencia desde la primera área de superficie 509 hacia la segunda área de superficie 511. Específicamente, el circuito de resonancia tiene el efecto de concentrar/aumentar la densidad de flujo electromagnético a través de la segunda área de superficie (en comparación con una situación donde el circuito de resonancia no estaba presente).

En el ejemplo específico, la mayor parte del flujo magnético que alcanza el repetidor de potencia/circuito de resonancia y, específicamente, el inductor Lrep, lo hace a través de la primera área de superficie 509. Puede considerarse que este flujo corresponde a una primera señal magnética. De manera similar, la mayor parte del flujo magnético que alcanza la carga electromagnética 505 desde el repetidor de potencia/circuito de resonancia y, específicamente, desde el inductor L, lo hace a través de la segunda área de superficie 511. Puede considerarse que este flujo corresponde a una segunda señal magnética.

La profundidad de la barrera térmica es habitualmente sustancial y, de hecho, en muchas realizaciones, la distancia entre la segunda área de superficie 511 y la primera área de superficie 509 es de al menos 1 cm, 2 cm, 3 cm o incluso 5 cm. Tales profundidades significativas pueden proporcionar un aislamiento y protección térmicos muy eficientes. De hecho, habitualmente, puede permitir que elementos de calentamiento muy calientes se aíslen térmicamente de las

superficies de trabajo térmicamente sensibles. Sin embargo, una desventaja asociada es que el acoplamiento directo entre el transmisor de potencia 201 y la carga electromagnética 505 puede reducirse sustancialmente, lo que lleva a un aumento de las pérdidas de potencia, etc. En el enfoque descrito, estas desventajas se mitigan por la barrera térmica que comprende el repetidor de potencia 507.

Específicamente, el repetidor de potencia 507 está dispuesto para concentrar la energía de la segunda señal electromagnética hacia la segunda área de superficie 511. Específicamente, el repetidor de potencia 507 puede actuar con eficacia como una lente magnética que concentra el flujo procedente de la primera señal electromagnética para proporcionar la segunda señal electromagnética. El repetidor de potencia 507 logra la concentración del campo magnético mediante el circuito de resonancia que oscila con una corriente inducida por la primera señal electromagnética. Efectivamente, el circuito de resonancia se acopla al transmisor de potencia 201 y a la carga electromagnética 505, dando como resultado de este modo que el flujo magnético procedente del transmisor de potencia 201 se concentre cuando se proporciona a la carga electromagnética 505. El enfoque puede permitir que el acoplamiento general entre la bobina de transmisor de potencia y la carga electromagnética 505 se determine por las distancias entre la bobina de transmisor de potencia y el repetidor de potencia 507 y entre el repetidor de potencia 507 y la carga electromagnética 505 en lugar de la distancia total entre la bobina de transmisor de potencia y la carga electromagnética 505.

El circuito de resonancia puede salvar con eficacia la distancia entre la bobina de transmisor y la carga electromagnética (elemento de calentamiento) resonando en o cerca de la frecuencia de la señal de potencia generada por el transmisor de potencia. El repetidor de frecuencia de resonancia del circuito de resonancia puede determinarse mediante el inductor L_{rep} y un condensador C_{rep} , usando la siguiente fórmula:

$$f_{repetidor} = \frac{1}{2 * \pi * \sqrt{L_{rep} * C_{rep}}}$$

El valor de inductancia L_{rep} del circuito de resonancia puede medirse en el aire sin la carga electromagnética o el transmisor de potencia 201 cercano. Los valores habituales para L_{rep} y C_{rep} pueden ser de 200 μ H y 200 nF, respectivamente, lo que da como resultado un repetidor de frecuencia de resonancia de 25 KHz. Sin embargo, se apreciará que los valores específicos dependerán de las realizaciones individuales y la frecuencia de resonancia específica.

Cuando la frecuencia de resonancia del circuito de resonancia se sintoniza adecuadamente con la frecuencia de la señal de potencia, se induce una corriente de resonancia I_{rep} en el circuito de resonancia. Bajo esta condición, las líneas de campo magnético dentro del área de bucle están exactamente en fase con las líneas de campo magnético generadas por el transmisor de potencia 201. Como consecuencia, las líneas de campo magnético de la primera superficie se guían hacia la segunda superficie, es decir, las líneas de campo magnético del transmisor de potencia 201 se guían hacia la carga electromagnética 505.

En la operación habitual, la frecuencia de resonancia del circuito de resonancia del repetidor de potencia puede desplazarse, por ejemplo, debido a la presencia de la carga, variaciones térmicas, etc. En algunas realizaciones, el sistema y, en particular, el transmisor de potencia, puede estar dispuesto para adaptarse dinámicamente a tales cambios. Por ejemplo, la frecuencia operativa/de excitación puede adaptarse para que coincida con la frecuencia de resonancia desplazada (por ejemplo, basándose en la búsqueda de un extremo para mediciones de la impedancia efectiva del circuito de resonancia en el transmisor de potencia).

La figura 7 muestra una imagen de una vista tridimensional de una implementación del receptor de potencia/circuito de resonancia 507. Los diámetros habituales para el inductor pueden estar en el intervalo de 10 cm - 25 cm.

Por lo tanto, el enfoque descrito puede proporcionar un medio para, por ejemplo, usar una barrera térmica para proporcionar aislamiento y protección térmicos entre un transmisor de potencia 201 y una carga electromagnética 505 a la vez que reducir y mitigar el impacto en la transferencia de potencia. Específicamente, el aumento de la distancia entre el transmisor de potencia 201 y la carga electromagnética 505 necesaria para crear la barrera térmica se salva por un repetidor de potencia dentro del volumen de la barrera térmica.

En el ejemplo, la segunda área de superficie 511 y la primera área de superficie 509 están en superficies opuestas del dispositivo intermedio 501, es decir, están opuestas entre sí. Sin embargo, se apreciará que, si bien esta puede ser una implementación práctica en muchos escenarios, la interrelación geométrica entre las superficies puede ser diferente en otras realizaciones.

De manera similar, la primera área de superficie 509 está dispuesta en el ejemplo para permitir que el dispositivo intermedio 501 entre en contacto con y descansa específicamente sobre el transmisor de potencia 201/encimera. De manera similar, la segunda área de superficie 511 está dispuesta para recibir una carga electromagnética 505 que específicamente es un aparato de calentamiento. La segunda área de superficie 511 puede estar dispuesta específicamente para que la carga electromagnética 505 descansa cuando se está alimentando. Además, en el

ejemplo, tanto la segunda área de superficie 511 como la primera área de superficie 509 son sustancialmente horizontales cuando están en uso. Sin embargo, se apreciará que, en otras realizaciones, las superficies pueden tener otras características y acoplarse al transmisor de potencia 201 y a la carga electromagnética 505 de otras maneras.

5 En el sistema, el dispositivo intermedio 501 es una entidad separada del transmisor de potencia 201 y la carga electromagnética 505. Esto puede permitir, por ejemplo, que el dispositivo intermedio 501 se implemente como una barrera térmica en forma de un salvamanteles que puede colocarse en posiciones de suministro de potencia de una zona de preparación de cocina cuando se usan con aparatos de calentamiento.

10 De esta manera, el dispositivo intermedio 501 puede proporcionar aislamiento térmico y, además, salvar la distancia entre el transmisor de potencia 201 y la carga electromagnética 505 mediante una bobina de resonancia (repetidor de potencia) que conecta la señal de potencia al equipo de cocina. Sin embargo, además de la protección térmica (opcional) del dispositivo intermedio (para el que no es una característica esencial proporcionar protección térmica) y la eficiencia de transferencia de potencia mejorada lograda por el repetidor de potencia, el dispositivo intermedio 501
15 puede proporcionar además una funcionalidad de asistencia a la operación y el control de la transferencia de potencia.

La figura 8 ilustra ejemplos de algunos elementos del dispositivo intermedio 501 de acuerdo con algunas realizaciones de la invención. El dispositivo intermedio 501 comprende el circuito de resonancia 507 que comprende un inductor 801 (Lrep) y un condensador 803 (Crep). Como se describe, el circuito de resonancia 507 está dispuesto para concentrar la densidad de flujo magnético a través de la segunda área de superficie 511, es decir, para concentrar la señal electromagnética desde el transmisor de potencia 201 hacia la carga electromagnética 505.
20

El dispositivo intermedio 501 comprende además un controlador 805 que puede estar dispuesto para adaptar la operación de control de potencia del transmisor de potencia 201 intercambiando uno o más mensajes con el transmisor de potencia 201.
25

El controlador 805 está acoplado a un comunicador 807 que está dispuesto para intercambiar mensajes con el transmisor de potencia 201. En el presente ejemplo, el comunicador 807 está dispuesto para transmitir mensajes al transmisor de potencia 201 mediante una modulación de carga de la señal electromagnética de transferencia de potencia generada por el transmisor de potencia 201. En consecuencia, el comunicador 807 comprende una impedancia variable 809 que carga el circuito de resonancia y, en el ejemplo específico, está acoplado en paralelo a los componentes de resonancia del circuito de resonancia en paralelo. La impedancia variable 809 se controla por el comunicador 807 que, al cambiar la impedancia, puede generar variaciones de modulación de carga que pueden detectarse por el transmisor de potencia 201 como sabrán los expertos en la materia.
30
35

En el ejemplo, el comunicador 807 también puede estar dispuesto para recibir mensajes del transmisor de potencia 201. En el ejemplo, el transmisor de potencia 201 puede comunicarse modulando la señal electromagnética de transferencia de potencia, por ejemplo, aplicando una modulación de amplitud o frecuencia.

40 El dispositivo intermedio 501 comprende un medidor de señal 811 que está dispuesto para medir una propiedad de una señal del circuito de resonancia. Por ejemplo, puede medirse la corriente del inductor. El medidor de señal 811 puede, por ejemplo, medir la amplitud o frecuencia de corriente instantánea y transmitir estos valores al comunicador 807 que, a continuación, puede proceder a demodular la señal para generar los mensajes recibidos.

45 En el ejemplo, el controlador de transferencia de potencia 805 puede, por lo tanto, estar dispuesto para controlar elementos de la operación de transferencia de potencia intercambiando mensajes con el transmisor de potencia 201. Los aspectos de la operación de transferencia de potencia controlada y los mensajes empleados para hacerlo variarán entre las diferentes realizaciones.

50 En muchas realizaciones, el dispositivo intermedio 501 puede estar dispuesto para iniciar o soportar el inicio de una transferencia de potencia intercambiando mensajes que la carga electromagnética 505 no es capaz de intercambiar. Por ejemplo, el transmisor de potencia 201 puede estar dispuesto para transmitir mensajes de establecimiento de identidad y configuración para inicializar una transferencia de potencia.

55 Como alternativa o adicionalmente, el dispositivo intermedio 501 puede estar dispuesto para soportar la transferencia de potencia durante la fase de transferencia de potencia intercambiando mensajes de fase de transferencia de potencia que la carga electromagnética 505 no es capaz de intercambiar. Por ejemplo, el dispositivo intermedio 501 puede estar dispuesto para transmitir mensajes de error de bucle de control de potencia durante la fase de transferencia de potencia.
60

De hecho, en algunas realizaciones, el dispositivo intermedio 501 puede estar dispuesto para realizar todo el control y soporte de transferencia de potencia requerido por el transmisor de potencia 201, y, de hecho, el dispositivo intermedio 501 puede ser el único dispositivo con el que interactúe el transmisor de potencia 201. Por lo tanto, en algunas realizaciones, la carga electromagnética 505 puede ser simplemente un elemento de calentamiento, como un elemento conductor, sin otra funcionalidad, y el dispositivo intermedio 501 puede proporcionar toda la funcionalidad requerida por el transmisor de potencia 201 para una operación de transferencia de potencia. De hecho, puede
65

considerarse el dispositivo intermedio 501 en algunos de estos ejemplos para implementar con eficacia una funcionalidad de receptor de potencia completa, pero realizándose la extracción de potencia de núcleo real no por el dispositivo intermedio 501 sino directamente en la carga electromagnética 505 exponiéndolo a la carga electromagnética de transferencia de potencia 505.

5 La siguiente descripción se centrará en ejemplos donde la carga electromagnética 505 no comprende ninguna funcionalidad para soportar la operación de transferencia de potencia y todo el control e interacción con el transmisor de potencia 201 se proporciona por el dispositivo intermedio 501. Sin embargo, se apreciará que, en otras realizaciones, la carga electromagnética 505 puede comprender al menos parcialmente una funcionalidad para
10 soportar la transferencia de potencia, y puede comprender específicamente una funcionalidad para transmitir al menos algunos mensajes.

Con el fin de que el dispositivo intermedio 501 soporte y controle con eficacia la operación, es necesario que determine si una carga electromagnética 505 está realmente presente o no. Por ejemplo, la transferencia de potencia solo debería realizarse si, de hecho, hubiera un elemento de calentamiento (por ejemplo, una sartén). Por lo tanto, el propio dispositivo intermedio 501 debería comprender una funcionalidad que le permitiera detectar si una carga electromagnética 505 está presente o no.

15 Sin embargo, al mismo tiempo, es deseable mantener la complejidad del dispositivo intermedio 501 lo más baja posible y, en particular, es deseable que la operación del dispositivo intermedio 501 pueda lograrse sin necesidad de conectarlo a una fuente de alimentación externa o de que tenga un almacenamiento de energía local, tal como una batería.

El dispositivo intermedio 50 de la figura 8 comprende una funcionalidad que le permite detectar la presencia de la carga electromagnética 505 y, además, esto puede lograrse en muchas realizaciones sin que el dispositivo intermedio 501 requiera ninguna otra alimentación que no sea la que proporciona el transmisor de potencia 201.

En el dispositivo intermedio 501 de la figura 8, el comunicador 807 está dispuesto para transmitir un mensaje de solicitud al transmisor de potencia 201, comprendiendo (o formando) el mensaje de solicitud una solicitud para que el transmisor de potencia 201 genere una señal electromagnética de medición. Habitualmente, este mensaje de solicitud puede generarse y transmitirse al transmisor de potencia 201 en momentos en los que no hay en curso una operación de transferencia de potencia, es decir, durante un modo inactivo/en espera/de reposo.

En respuesta a la recepción del mensaje de solicitud, el transmisor de potencia 201 procede a generar una señal electromagnética de medición.

El dispositivo intermedio 501 comprende además un procesador de indicación de carga 813 que está dispuesto para determinar una indicación de carga que es indicativa de la carga de la señal electromagnética de medición.

40 En algunas realizaciones, la señal electromagnética de medición puede generarse para tener las mismas propiedades (es decir, frecuencia/origen), etc., que la señal electromagnética de transferencia de potencia, es decir, la señal electromagnética de medición puede ser de manera eficaz una señal de transferencia de potencia con una amplitud adecuada. En tales casos, la indicación de carga puede generarse en respuesta a una propiedad de una señal eléctrica. Por ejemplo, la indicación de carga puede generarse basándose en mediciones (por ejemplo, mediante el medidor de señal 811) de, por ejemplo, la corriente del inductor 801.

Por ejemplo, para una señal electromagnética de medición que opera cerca de la resonancia, habitualmente puede darse el caso de que cuanto menor sea la corriente, mayor será la carga (es decir, mayor será la extracción de potencia) de la señal electromagnética de medición.

50 Si no hay carga presente (es decir, no hay extracción de potencia), el circuito de resonancia no se amortiguará por la carga, lo que conducirá a una corriente más alta en el inductor del circuito de resonancia del repetidor de potencia. Si hay una carga presente (es decir, hay extracción de potencia), el circuito de resonancia se amortiguará, lo que conducirá a una corriente más baja en el inductor.

Otra opción es sintonizar la frecuencia de la señal de medición de tal manera que la corriente en el inductor del repetidor sea máxima mientras no haya una carga presente. Cuando, a continuación, se introduce una carga, esto puede desintonizar la resonancia del circuito, lo que da como resultado que se reduzca la corriente en el inductor del circuito de resonancia del repetidor de potencia.

60 Por lo tanto, en algunos casos, una corriente de inductor reducida es indicativa de que está presente una carga electromagnética.

En algunas realizaciones, el factor de amortiguación descrito anteriormente y el factor de desintonización descrito anteriormente pueden combinarse para detectar una reducción de la corriente en el inductor del repetidor de potencia cuando una carga entra en el campo electromagnético. Por lo tanto, dicha corriente puede usarse como una indicación

de carga, indicando una reducción en la indicación de carga la presencia de una carga electromagnética.

En este caso, por lo tanto, la indicación de carga puede determinarse a partir de mediciones del propio dispositivo intermedio 501.

5 En otras realizaciones, la indicación de carga puede generarse, por ejemplo, en respuesta a un mensaje recibido del transmisor de potencia 201. Por ejemplo, el transmisor de potencia 201 puede medir parámetros indicativos de la carga del circuito de resonancia del transmisor, tal como, por ejemplo, la corriente de la bobina de transmisor, y puede transmitir esto al dispositivo intermedio 501. A continuación, el comunicador 807 puede reenviar esta información al procesador de indicación de carga 813 que procede a usar estos valores para determinar la indicación de carga. En otras realizaciones, el transmisor de potencia 201 puede calcular un valor de carga y transmitirlo al dispositivo intermedio 501 que puede obtener la indicación de carga, por ejemplo, usando directamente el valor recibido.

15 El procesador de indicación de carga 813 está acoplado a un detector 815 que está dispuesto para detectar la presencia de la carga electromagnética 505 en respuesta a la indicación de carga. Por ejemplo, si la indicación de carga indica que la carga de la señal electromagnética de medición está por encima de un umbral dado, entonces la carga electromagnética 505 se considera presente y, de lo contrario, se considera que no está presente.

20 El detector 815 está acoplado al controlador 805 que puede adaptar su operación en respuesta al resultado de la detección. Específicamente, una propiedad del intercambio de mensajes puede modificarse o adaptarse dependiendo de si se detecta o no la presencia de una carga electromagnética. Por ejemplo, si el detector 815 detecta que está presente una carga electromagnética 505, el controlador de transferencia de potencia 805 puede proceder a iniciar una nueva operación de transferencia de potencia con el fin de proporcionar potencia a la carga electromagnética 505. Por ejemplo, el controlador de transferencia de potencia 805 puede controlar el comunicador 807 para transmitir un mensaje de solicitud de transferencia de potencia al transmisor de potencia 201.

La figura 9 ilustra un ejemplo de algunos elementos de un transmisor de potencia 201 de acuerdo con algunas realizaciones de la invención.

30 El transmisor de potencia 201 comprende un circuito de resonancia que comprende una impedancia capacitiva 903 y una impedancia inductiva que comprende una bobina de transmisor 905 para generar una señal electromagnética de transferencia de potencia para transferir potencia de manera inalámbrica a la carga electromagnética 505. Por lo tanto, el excitador 901 genera una señal de excitación para el circuito de resonancia que incluye la bobina de transmisor 905 de la misma manera que se ha descrito anteriormente (por ejemplo, con referencia a las figuras 2-5).

35 Además, el transmisor de potencia 201 comprende un comunicador o transceptor de mensajes 907 que está dispuesto para comunicar mensajes al dispositivo intermedio 501. El transceptor de mensajes 907 puede estar dispuesto específicamente para transmitir mensajes al dispositivo intermedio 501 modulando la señal de excitación usando, por ejemplo, la modulación de amplitud o frecuencia (controlando la operación del inversor) y puede recibir mensajes del dispositivo intermedio 501 detectando la modulación de carga de la señal de transferencia de potencia. Por ejemplo, el transceptor de mensaje 907 puede detectar variaciones en la corriente a través de la bobina de transmisor 905 y detectar la modulación de carga en respuesta a esto.

45 El transceptor de mensajes 907 está acoplado a un procesador de mensajes 909 que está dispuesto para determinar y procesar los mensajes recibidos. En particular, el procesador de mensajes 909 está dispuesto para detectar cuándo se recibe un mensaje de solicitud solicitando al transmisor de potencia 201 que genere una señal electromagnética de medición. Específicamente, el procesador de mensajes 909 puede evaluar los datos de los mensajes recibidos para ver si corresponden a los datos para dicho mensaje de solicitud.

50 El transmisor de potencia 201 comprende además un generador de señal electromagnética 901, 911 que está acoplado al procesador de mensajes 909 y que está dispuesto para generar la señal electromagnética de medición en respuesta a la detección del mensaje de solicitud. Por lo tanto, cuando el procesador de mensajes 909 detecta que se ha recibido el mensaje de solicitud de medición, informa al generador de señal electromagnética 901, 911 que, a continuación, procede a generar la señal electromagnética de medición. En el presente caso, el generador de señal electromagnética 901, 911 está formado por un controlador de generador de señal 911 y el inversor 901, controlando el controlador de generador de señal 911 el inversor 901 para generar una señal de excitación que se aplica al circuito de resonancia para generar la señal electromagnética de medición.

60 Por lo tanto, en el sistema descrito, el dispositivo intermedio 501 está dispuesto para detectar si una carga electromagnética 505 está presente o no y puede adaptar su operación de control de potencia en consecuencia. La adaptación de la operación de control de potencia se logra mediante el intercambio de mensajes que depende de si se detecta o no la presencia de una carga electromagnética. Sin embargo, la detección no se basa en una señal generada por el dispositivo intermedio 501, sino que se basa en una señal generada por el transmisor de potencia 201 bajo el control del dispositivo intermedio 501. Este enfoque puede proporcionar un enfoque eficiente con una distribución ventajosa de funcionalidad y, específicamente, puede permitir que un dispositivo intermedio 501 controle una operación de transferencia de potencia sin, por ejemplo, requerir que el dispositivo intermedio 501 se alimente por

separado.

En el ejemplo específico, la señal electromagnética de medición se genera para corresponder a una señal electromagnética de transferencia de potencia. Específicamente, se genera usando la bobina de transmisor 905 que también se usa para generar la señal electromagnética de transferencia de potencia (por brevedad, denominada señal de transferencia de potencia). Además, puede generarse para que pertenezca a la misma banda/intervalo/rango de frecuencia que la señal de transferencia de potencia. Específicamente, la señal de transferencia de potencia puede estar habitualmente en el rango de 50 kHz - 200 kHz y la señal electromagnética de medición también puede generarse para estar en este rango. De hecho, en muchas realizaciones, la señal electromagnética de medición puede generarse para ser indistinguible de una señal de transferencia de potencia (aunque posiblemente con un nivel de potencia más bajo).

El uso de una señal electromagnética de medición que corresponde a una señal de transferencia de potencia puede proporcionar diversas ventajas en muchas realizaciones, incluyendo, por ejemplo, permitir la reutilización de la circuitería también usada para la transferencia de potencia. Por lo tanto, el enfoque puede permitir un enfoque de baja complejidad en muchas realizaciones.

Se apreciará que pueden usarse diferentes enfoques y parámetros para determinar la indicación de carga en diferentes realizaciones. En muchas realizaciones, puede determinarse que la indicación de carga es indicativa de una impedancia de al menos uno de entre el circuito de resonancia del transmisor de potencia 201 y el circuito de resonancia del dispositivo intermedio 501. La impedancia de estos circuitos de resonancia cambiará cuando cambie la carga del campo electromagnético generado por el transmisor de potencia 201. En particular, la impedancia de los circuitos de resonancia cambiará dependiendo de si la carga electromagnética 505 está presente o no.

En algunas realizaciones, el dispositivo intermedio 501 puede estar dispuesto para generar la indicación de carga basándose en propiedades determinadas localmente relacionadas con la señal electromagnética de medición. Específicamente, el procesador de indicación de carga 813 puede estar dispuesto para determinar la indicación de carga en respuesta a una medición de una propiedad de la señal electromagnética de transferencia de potencia y, específicamente, el procesador de indicación de carga 813 puede determinar la indicación de carga en respuesta a una medición de una señal del circuito de resonancia del dispositivo intermedio 501 (dependiendo la señal de la carga de la señal electromagnética de medición).

En particular, el procesador de indicación de carga 813 puede detectar la corriente a través del inductor 801 y/o una tensión sobre el inductor 801/el condensador 803. Basándose en las mediciones, puede calcularse una indicación de carga, es decir, como la impedancia efectiva del inductor 801 determinada como fase entre la tensión sobre este y la corriente a través del mismo. En algunas realizaciones, la indicación de carga puede determinarse directamente como una medida de, por ejemplo, la corriente a través de o la tensión sobre el inductor 801. La indicación de carga puede indicar, por ejemplo, un elemento resistivo de la impedancia del inductor 801 con un valor resistivo (óhmico) más alto que refleja una carga más baja.

El detector 815 puede proceder a determinar si la carga electromagnética 505 está presente o no basándose en una comparación de la indicación de carga con un valor de referencia. Por ejemplo, si la indicación de carga indica una carga de la señal electromagnética de medición que es diferente del valor de referencia, entonces esto es indicativo de que la carga electromagnética 505 está presente y si está por debajo del valor de referencia, entonces esto puede considerarse indicativo de que la carga electromagnética 505 no está presente. En algunas realizaciones, el valor de referencia puede ser un umbral de detección.

Se apreciará que la carga electromagnética que se detecta que está presente puede ser en algunas realizaciones el resultado de que se supera un umbral de detección y en otras realizaciones puede ser el resultado de que la indicación de carga cae por debajo de un umbral de detección. Por ejemplo, en muchas realizaciones, la corriente de inductor del repetidor de potencia puede ser menor cuando la carga electromagnética está presente que cuando no está presente. En tales escenarios, puede detectarse que la carga electromagnética está presente si una indicación de carga que refleja la corriente de inductor está por debajo de un umbral.

En algunas realizaciones, el valor de referencia puede ser un valor predeterminado, tal como, por ejemplo, un valor que se determina durante la fase de diseño o fabricación. Tal enfoque estático puede ser adecuado, por ejemplo, para aplicaciones en las que el escenario en el que se realizan detecciones puede considerarse cada vez en un grado suficiente. Por ejemplo, el transmisor de potencia 201 puede estar dispuesto para generar una señal electromagnética de medición con un nivel de potencia predeterminado, el dispositivo intermedio 501 puede interactuar físicamente (por ejemplo, bloquear) tanto con el transmisor de potencia 201 (la bobina de transmisor 905) como con la carga electromagnética 505 (por ejemplo, una sartén) de tal manera que la disposición física sea siempre sustancialmente la misma, y las características de la carga electromagnética 505 pueden considerarse suficientemente estáticas (por ejemplo, el dispositivo intermedio 501 puede usarse siempre con el mismo tipo de sartén). En tales ejemplos, el valor de referencia puede ser, por lo tanto, un valor constante que, por ejemplo, puede programarse en el detector 815.

Sin embargo, en muchas realizaciones, el valor de referencia se determina dinámicamente en función de las

mediciones anteriores. Específicamente, el detector 815 puede estar dispuesto para determinar un valor de referencia basándose en la medición anterior de una propiedad de la señal electromagnética de medición, tal como, específicamente, la medición de una impedancia o la corriente del inductor 801.

5 Por ejemplo, el procesador de indicación de carga 813 puede realizar periódicamente una detección y, por lo tanto, puede determinar periódicamente una indicación de carga, tal como una corriente de bobina para el inductor. El detector 815 puede filtrar a paso bajo los valores de indicación de carga para determinar una indicación de carga promedio (durante un intervalo de tiempo adecuado) y puede usar este valor de indicación de carga filtrada a paso bajo/promedio como el valor de referencia para las detecciones. Por lo tanto, si la corriente de inductor está por encima del promedio, el detector 815 considera que es una indicación de que la carga electromagnética 505 está presente y, de lo contrario, considera que es una indicación de que la carga electromagnética 505 no está presente.

15 En algunas realizaciones, el valor de referencia puede determinarse selectivamente en respuesta a mediciones que probablemente reflejen la situación en la que no está presente la carga electromagnética 505. Por ejemplo, el valor promedio de la corriente de inductor puede determinarse en respuesta solo a los valores de inductor para los que el detector 815 indica que la carga electromagnética 505 no está presente. Por lo tanto, en algunas realizaciones, el detector 815 puede estar dispuesto para detectar si la carga electromagnética 505 está presente en respuesta a una comparación de la indicación de carga y una indicación de carga anterior para la que no estaba presente la carga electromagnética 505.

20 En muchas realizaciones, el generador de señal electromagnética 901, 911 está dispuesto para generar la señal electromagnética de medición para tener propiedades que corresponden a una señal electromagnética de medición generada anteriormente. Específicamente, la señal electromagnética de medición puede generarse para tener sustancialmente las mismas propiedades cada vez que se genera. En particular, la frecuencia y/o en particular el nivel de potencia de la señal electromagnética generada puede ser el mismo siempre que se genere la señal electromagnética de medición.

25 Las propiedades pueden estar predeterminadas en algunas realizaciones o, por ejemplo, pueden determinarse en respuesta a solicitudes específicas del dispositivo intermedio 501.

30 El uso de las mismas propiedades puede permitir una detección más precisa y, en particular, puede permitir una comparación de los valores actuales con los valores anteriores para reflejar con mayor precisión los cambios en el entorno externo, y, específicamente, si la carga electromagnética 505 está presente o no.

35 En algunas realizaciones, el sistema puede estar dispuesto para establecer una relación entre la señal electromagnética de medición y las señales medidas (esperadas). Específicamente, puede determinarse una relación que refleje cómo se espera que varíe la indicación de carga en función de las propiedades de la señal electromagnética de medición para al menos una de entre la situación en la que está presente una carga electromagnética y la situación en la que no está presente una carga electromagnética (habitualmente, puede reflejar la relación esperada cuando no está presente una carga electromagnética, ya que, habitualmente, esto es más fácil de predecir).

40 Si se establece tal relación para un cierto rango de propiedades de la señal electromagnética de medición, puede ser menos significativo que la señal de referencia tenga propiedades consistentes, ya que las variaciones pueden compensarse en la detección. Por ejemplo, la presencia de una carga puede considerarse detectada cuando la relación entre las propiedades conocidas de la señal electromagnética de medición y la indicación de carga determinada en función de las mediciones difiere de la relación esperada.

45 La detección fiable de si la carga electromagnética 505 está presente o no permite que el dispositivo intermedio 501 controle con eficacia la operación de transferencia de potencia. En particular, puede permitir que el dispositivo intermedio 501 inicie una transferencia de potencia sin arriesgarse a que esto se haga sin que esté presente una carga electromagnética 505.

50 En muchas realizaciones, el controlador de transferencia de potencia 805 puede estar dispuesto para inicializar una fase de transferencia de potencia en respuesta a la detección de la presencia de una señal electromagnética intercambiando mensajes de control de transferencia de potencia con el transmisor de potencia 201. Específicamente, el controlador de transferencia de potencia 805 puede controlar el comunicador 807 para transmitir una solicitud de inicialización de alimentación al transmisor de potencia 201. En muchas realizaciones, el controlador de transferencia de potencia 805 puede estar dispuesto para proceder a soportar una inicialización completa de una transferencia de potencia realizando la interacción con el transmisor de potencia 201 requerido para inicializar una transferencia de potencia.

55 Por ejemplo, para un sistema compatible con Qi, el controlador de transferencia de potencia 805 puede estar dispuesto para soportar la identificación y configuración intercambiando los mensajes de establecimiento y configuración requeridos.

60 En algunas realizaciones, el dispositivo intermedio 501 puede incluir un extractor de potencia (no mostrado) que está

dispuesto para extraer potencia de una señal electromagnética generada por el transmisor de potencia 201 para encender al menos parcialmente el dispositivo intermedio 501, y el comunicador está dispuesto para transmitir el mensaje de solicitud al transmisor de potencia 201 como parte del encendido.

5 Por lo tanto, en tales realizaciones, el dispositivo intermedio 501 puede, por ejemplo, despertarse cuando el transmisor de potencia 201 genera una señal electromagnética y, a continuación, puede proceder a generar una solicitud para que el transmisor de potencia 201 genere la señal electromagnética de medición. Por ejemplo, para un ejemplo de Qi, el transmisor de potencia 201 puede generar regularmente durante una fase de selección una señal electromagnética para detectar si hay algún objeto presente. Esta señal puede detectarse por el dispositivo intermedio 501 y usarse
10 para generar una señal de suministro de potencia que permita alimentar la funcionalidad requerida para solicitar la generación de la señal electromagnética de medición. En respuesta, el transmisor de potencia 201 genera la señal electromagnética de medición y el dispositivo intermedio 501 puede proceder a realizar el proceso de detección. Para esta operación, la potencia puede extraerse de la señal electromagnética de medición.

15 Como ejemplo específico, cuando el dispositivo intermedio 501 se coloca encima de un transmisor de potencia compatible con Qi 201, este detectará la presencia de un objeto midiendo un cambio de impedancia y, en consecuencia, se despertará del modo de espera. El dispositivo intermedio 501 puede usar la potencia de una señal electromagnética generada por el transmisor de potencia 201 (por ejemplo, la señal de detección de objetos anterior o un soporte de comunicación proporcionado para la comunicación) para alimentar la circuitería necesaria (incluyendo
20 al menos parte del controlador de transferencia de potencia 805). El controlador de transferencia de potencia 805 controla al comunicador 807 para modular por carga la señal electromagnética con el fin de comunicar mensajes iniciales al transmisor de potencia 201, indicando de este modo al transmisor de potencia 201 que es un receptor de potencia válido. El controlador de transferencia de potencia 805 puede solicitar que el transmisor de potencia 201 genere una señal electromagnética de medición, permitiendo de este modo detectar si está presente alguna carga
25 electromagnética 505 (esto también puede proporcionar potencia al dispositivo intermedio 501).

Si el controlador de transferencia de potencia 805 no tiene una indicación de que esté presente una carga electromagnética 505 (por ejemplo, una sartén) encima del dispositivo intermedio 501, puede indicar al transmisor de potencia 201 que no necesita ninguna alimentación comunicando un mensaje correspondiente y/o dejando de
30 comunicar mensajes. Al recibir dicha indicación y/o después de un cierto tiempo de no recibir ningún mensaje del dispositivo intermedio 501, el transmisor de potencia 201 puede finalizar la generación de la señal electromagnética y puede regresar al modo de espera donde continuará monitorizando cualquier cambio de impedancia provocado por los objetos.

35 Sin embargo, la presencia del dispositivo intermedio 501 posiblemente puede significar que el transmisor de potencia 201 no puede detectar de manera fiable si una carga electromagnética 505 está presente o no. Sin embargo, la presencia del dispositivo intermedio 501 puede dar como resultado que el transmisor de potencia 201 considere que un objeto está potencialmente presente y, en consecuencia, puede proceder a inicializar el proceso para determinar si dicho objeto es realmente un receptor de potencia.

40 En respuesta a la señal de detección de objetos, el dispositivo intermedio 501 puede despertarse y puede tratar de determinar si está presente una carga electromagnética 505, de manera que pueda proceder a inicializar una transferencia de potencia. Sin embargo, la señal de detección de objetos puede ser insuficiente para esto y/o puede no estar presente durante el tiempo suficiente. Por lo tanto, el dispositivo intermedio 501 puede proceder a solicitar la
45 generación de la señal electromagnética de medición, basándose en la cual el dispositivo intermedio 501 puede determinar si una carga electromagnética 505 está presente o no.

Si está presente una carga electromagnética, el dispositivo intermedio 501 procede a inicializar una transferencia de potencia intercambiando los mensajes requeridos con el transmisor de potencia 201, haciendo de este modo que se
50 inicialice una transferencia de potencia. Sin embargo, si la operación de detección indica que no está presente la carga electromagnética 505, el dispositivo intermedio 501 procede a finalizar la operación de transferencia de potencia. Por lo tanto, en este caso, finaliza la inicialización de la transferencia de potencia y el transmisor de potencia 201 y, de hecho, el dispositivo intermedio 501 puede volver a la fase de espera o de reposo (que puede corresponder específicamente a la fase de selección).

55 En algunas realizaciones, tal señal de detección de objetos puede no ser adecuada para alimentar el dispositivo intermedio 501. Por ejemplo, puede no ser lo suficientemente fuerte como para proporcionar la potencia requerida. En algunos de estos escenarios (o incluso más ampliamente), la alimentación del dispositivo intermedio 501 puede no basarse en una señal de detección de objetos (como, por ejemplo, la proporcionada en la fase de selección para un sistema Qi), sino que puede basarse, por ejemplo, en la extracción de potencia de una señal electromagnética más
60 potente proporcionada en respuesta a una detección potencial de un objeto por el transmisor de potencia.

Por ejemplo, la alimentación del dispositivo intermedio 501 puede basarse en una señal de potencia de comprobación de disponibilidad aplicada en la fase de identificación y configuración de Qi.

65 Incluso si una señal electromagnética de detección de objetos generada por el transmisor de potencia no es lo

suficientemente fuerte como para despertar y alimentar el dispositivo intermedio 501, aún puede usarse por el transmisor de potencia para evaluar la presencia de una carga además de la presencia del dispositivo intermedio. De hecho, en muchas realizaciones, el transmisor de potencia puede detectar un cambio en la impedancia y pasar a la siguiente fase, es decir, la fase de comprobación de disponibilidad para Qi. Sin embargo, esto a menudo puede ser una determinación menos precisa que usar una señal electromagnética de medición dedicada y puede no permitir una fácil operación conjunta con un dispositivo intermedio. Por lo tanto, dicho enfoque puede combinarse con la generación de una señal electromagnética de medición dedicada a petición del dispositivo intermedio 501.

Como se ha mencionado, el dispositivo intermedio 501 puede finalizar la operación de transferencia de potencia en respuesta al detector 815 determinando que la indicación de carga no es indicativa de que la carga electromagnética 505 esté presente. Esto puede ser, específicamente, parte de la inicialización de transferencia de potencia, pero también podría ser en respuesta a una detección durante una fase de transferencia de potencia donde la potencia se proporciona activamente a la carga electromagnética 505. Por ejemplo, la transferencia de potencia puede finalizar si el dispositivo intermedio 501 detecta que se ha eliminado la carga electromagnética 505.

En algunas realizaciones, la finalización puede ser por la transmisión de un mensaje de solicitud de finalización de transferencia de potencia específico al transmisor de potencia 201. El transmisor de potencia 201 puede recibir esta solicitud y en respuesta proceder a finalizar la transferencia de potencia (inicialización) y volver al estado de espera.

En otras realizaciones, la finalización puede ser por el dispositivo intermedio 501 que suprime uno o más mensajes de control de transferencia de potencia. Por ejemplo, durante la inicialización, el dispositivo intermedio 501 puede suprimir (no transmitir) uno, más o habitualmente todos los mensajes de inicialización o configuración que se requieren para inicializar una transferencia de potencia. El dispositivo intermedio 501 puede actuar con eficacia simplemente como un objeto extraño simple, lo que da como resultado que el transmisor de potencia 201 abandone la inicialización de alimentación.

Durante la fase de transferencia de potencia, el dispositivo intermedio 501 puede, por ejemplo, suprimir la transmisión de mensajes de error de bucle de control de potencia. En sistemas como el Qi, dichos mensajes se requieren con un intervalo de no más de 250 ms. Si no se reciben mensajes de error de bucle de control de potencia dentro de un intervalo de tiempo suficientemente largo, el transmisor de potencia 201 finalizará la operación de transferencia de potencia.

En muchas realizaciones, el dispositivo intermedio 501 puede estar dispuesto para controlar el nivel de potencia de la señal electromagnética de transferencia de potencia transmitiendo mensajes de control de potencia al transmisor de potencia 201 durante, en particular, la fase de transferencia de potencia. Por lo tanto, el control de potencia para la señal de transferencia de potencia se logra mediante el dispositivo intermedio 501 en lugar de mediante la carga electromagnética 505, que específicamente puede ser simplemente una placa de calentamiento sin ninguna otra funcionalidad. Por lo tanto, en tales realizaciones, la transferencia de potencia puede usarse eficazmente con un elemento conductor simple, tal como el elemento de calentamiento de una sartén convencional, con el dispositivo intermedio 501 proporcionando de manera eficaz la funcionalidad de control del receptor de potencia.

El bucle de control de potencia establecido está, en consecuencia, entre el transmisor de potencia 201 y el dispositivo intermedio 501 en lugar de entre el transmisor de potencia 201 y la carga electromagnética 505.

En algunas realizaciones, el control de potencia puede, por ejemplo, basarse en una medición del flujo magnético a través del inductor/bobina 801, es decir, en respuesta a la corriente del inductor 801. El controlador de transferencia de potencia 805 puede, por ejemplo, monitorizar el nivel de corriente y solicitar un aumento o disminución del nivel de potencia dependiendo de si la corriente a través del inductor 801 está por encima o por debajo de un valor de referencia dado.

Sin embargo, en muchas realizaciones, el control de potencia puede usarse para introducir un control de temperatura para la carga electromagnética 505. Específicamente, el dispositivo intermedio 501 puede comprender un sensor de temperatura 817 que está dispuesto para determinar una indicación de temperatura para la segunda superficie, es decir, para la superficie proximal a, o que habitualmente toca, la carga electromagnética 505.

El sensor de temperatura puede, por ejemplo, colocarse muy cerca o en contacto con la segunda área de superficie 511. Por lo tanto, el sensor de temperatura puede medir con eficacia la temperatura de la segunda área de superficie 511, y, por lo tanto, indirectamente la temperatura de, por ejemplo, el elemento de calentamiento de la carga electromagnética 505.

Además, el controlador de transferencia de potencia 805 puede generar mensajes de error de bucle de control de potencia comparando la temperatura medida con una temperatura de referencia. Si la temperatura medida es más alta que la temperatura de referencia, entonces el controlador de transferencia de potencia 805 puede generar y transmitir un mensaje de solicitud de apagado, y si la temperatura medida está por debajo de la temperatura de referencia, entonces el controlador de transferencia de potencia 805 puede generar y transmitir un mensaje de solicitud de encendido. De esta manera, el dispositivo intermedio 501 puede ser capaz de controlar la temperatura de la carga

electromagnética 505, y, específicamente, de un elemento de calentamiento conductor de un aparato convencional, tal como una sartén.

5 Por lo tanto, en algunas realizaciones, el dispositivo intermedio 501 puede estar dispuesto para controlar el nivel de energía de la segunda señal electromagnética. Específicamente, puede controlar la intensidad del flujo electromagnético/campo electromagnético en la carga electromagnética 505 basándose en la información de medición de temperatura.

10 Como ejemplo específico, el controlador de transferencia de potencia 805 puede estar acoplado a un sensor de temperatura 819 que mide la temperatura de la superficie donde se coloca una sartén y puede usarse un punto de ajuste de temperatura para determinar el nivel de potencia necesario para calentar la sartén. Basándose en esa información, el controlador de transferencia de potencia 805 puede proporcionar datos de control al transmisor de potencia 201 de acuerdo con el nivel de potencia necesario.

15 Por ejemplo, un control de temperatura de baja complejidad puede basarse en el controlador de transferencia de potencia 805 que determina:

20 una necesidad de alimentación cuando la temperatura medida es inferior al punto de ajuste de temperatura; y la falta de necesidad de alimentación cuando la temperatura medida es mayor que el punto de ajuste de temperatura.

El punto de ajuste de temperatura (es decir, la temperatura de referencia) puede proporcionarse, por ejemplo, mediante una entrada de usuario manual.

25 En los ejemplos anteriores, la indicación de carga se generó por el dispositivo intermedio 501 en función de las mediciones de los parámetros del dispositivo intermedio 501. Sin embargo, en algunas realizaciones, la indicación de carga puede determinarse en respuesta a los datos recibidos desde el transmisor de potencia 201.

30 Específicamente, el transmisor de potencia 201 puede transmitir un mensaje de carga al dispositivo intermedio 501 y este puede comprender datos de carga que reflejen la carga de la señal electromagnética de medición. Los datos de carga pueden reflejar, por ejemplo, un valor que depende de la carga de la señal electromagnética de medición, tal como un valor de un parámetro que refleja la impedancia del circuito de resonancia/bobina de transmisor 905. Específicamente, los datos de carga pueden incluir datos para una medición de la corriente y/o tensión sobre la bobina de transmisor 905 o el condensador 903, o pueden, por ejemplo, proporcionar información sobre la potencia de entrada del excitador de señal (901).

35 El procesador de indicación de carga 813 puede extraer estos valores y proceder a determinar una indicación de carga adecuada. Por ejemplo, puede calcular la impedancia de la bobina de transmisor 905.

40 En otras realizaciones, el transmisor de potencia 201 puede calcular por sí mismo, por ejemplo, la impedancia y transmitir esta información al dispositivo intermedio 501. En algunos casos, el dispositivo intermedio 501 puede extraer la información y usarla directamente como indicación de carga.

45 Dichos enfoques pueden reducir la complejidad del dispositivo intermedio 501 y en muchos escenarios pueden proporcionar una detección más precisa.

50 Los ejemplos anteriores se centraron en un ejemplo donde la señal electromagnética de medición se generó excitando el circuito de resonancia para generar una señal electromagnética de transferencia de potencia. De hecho, la señal electromagnética de medición generada puede tener las mismas características que una señal de transferencia de potencia, incluida la misma frecuencia, etc.

Sin embargo, en otras realizaciones, la señal electromagnética de medición puede generarse usando otra bobina y con características diferentes de la señal de transferencia de potencia.

55 De hecho, en el ejemplo de la figura 10, el transmisor de potencia 201 de la figura 8 se ha modificado para incluir una bobina de medición separada 1001 que está dispuesta para generar la señal electromagnética de medición. En el ejemplo, la bobina de medición 1001 está acoplada directamente a un generador de señal electromagnética 1003 que está completamente separado del excitador 901 y que está dispuesto directamente para generar la señal de excitación para la bobina de medición 1001. El generador de señal electromagnética 1003 está acoplado al procesador de mensajes 909 y cuando este detecta la solicitud de una señal electromagnética de medición, el generador de señal electromagnética 1003 procede a generar una señal de excitación para la bobina de medición 1001, provocando de este modo que se genere la señal electromagnética de medición.

60 El uso de una bobina separada para generar la señal electromagnética de medición puede permitir que esta se optimice individualmente para la detección. En particular, la señal electromagnética de medición puede generarse para estar en una banda/rango de frecuencia diferente que la señal de transferencia de potencia. En muchas realizaciones,

una frecuencia mínima de la señal electromagnética de medición es al menos dos veces la frecuencia máxima de la señal de transferencia de potencia. En algunas realizaciones, la frecuencia mínima de la señal electromagnética de medición no es menor de 200 kHz, 500 kHz, 1 MHz o 10 MHz. Por ejemplo, puede usarse una frecuencia de 13,56 MHz, proporcionando de este modo una separación muy grande entre la señal electromagnética de medición y la fase de transferencia de potencia.

En algunas realizaciones, la bobina de medición 1001 puede ser específicamente una bobina de comunicación usada (también) para la comunicación entre el transmisor de potencia 201 y el dispositivo intermedio 501. En tales realizaciones, el dispositivo intermedio 501 puede, como se ilustra en la figura 11, además del inductor 801 del repetidor de potencia comprender también una bobina de comunicación 1101 para la comunicación con el transmisor de potencia 201.

En este ejemplo, el transmisor de potencia 201 puede generar un soporte de comunicación dedicado usando la bobina de medición 1001 (que, por lo tanto, también es una bobina de comunicación). La bobina de medición 1001 puede acoplarse a la bobina de comunicación 1101 y la comunicación puede ser, por ejemplo, por modulación de frecuencia o amplitud del soporte (para una comunicación desde el transmisor de potencia 201 al dispositivo intermedio 501) y por modulación de carga (para una comunicación desde el dispositivo intermedio 501 al transmisor de potencia 201).

La frecuencia del soporte de comunicación está habitualmente en una banda de frecuencia diferente de la señal de transferencia de potencia. En muchas realizaciones, una frecuencia mínima del soporte de comunicación es al menos dos veces la frecuencia máxima de la señal de transferencia de potencia. En algunas realizaciones, la frecuencia mínima del soporte de comunicación es no menos de 200 kHz, 500 kHz, 1 MHz o 10 MHz. En algunas realizaciones, puede usarse una frecuencia de comunicación de 13,56 MHz, proporcionando de este modo una separación muy grande de las señales de transferencia de potencia y comunicación, y reduciendo por lo tanto la interferencia cruzada. En muchas realizaciones que usan una bobina de comunicación independiente para la generación de la señal electromagnética de medición, la señal electromagnética de medición puede generarse esencialmente para corresponder a las propiedades de la señal de comunicación.

En las realizaciones donde se usa una bobina de comunicación y un soporte independientes, el dispositivo intermedio 501 puede estar dispuesto en algunas realizaciones para extraer potencia de la señal de comunicación, al menos inicialmente. Por ejemplo, en algún momento durante una fase de espera, el transmisor de potencia 201 puede estar dispuesto para generar un soporte de comunicación. Si está presente un dispositivo intermedio 501, este puede generar en respuesta una solicitud para la generación de una señal electromagnética de medición. La potencia requerida para transmitir esta solicitud puede obtenerse por el dispositivo intermedio 501 extrayéndola del soporte de comunicación. En respuesta a la recepción de la solicitud, el transmisor de potencia 201 puede generar, a continuación, una señal electromagnética de medición, por ejemplo, para corresponder a un soporte de comunicación o una señal de transferencia de potencia. El dispositivo intermedio 501 puede, a continuación, proceder a detectar si una carga electromagnética 505 está presente o no. El dispositivo intermedio 501 puede extraer potencia de la señal electromagnética de medición para hacer esto.

En algunas realizaciones, el dispositivo intermedio 501 puede comprender además una interfaz de usuario. La interfaz de usuario puede incluir, por ejemplo, una pantalla que proporciona información al usuario, como el modo de operación actual, si se detecta una carga electromagnética, la temperatura medida de la carga electromagnética, una temperatura de punto de ajuste deseada, etc.

Además, la interfaz de usuario puede incluir una entrada de usuario y, específicamente, puede incluir una entrada de usuario que puede usarse por un usuario para indicar si la carga electromagnética 505 está presente o no. En consecuencia, el usuario puede definir claramente si la carga electromagnética 505 está presente o no, y esta certeza puede usarse para calibrar la operación de detección.

En consecuencia, un calibrador puede inicializar una calibración de la operación de detección en respuesta a la recepción de información que define si la carga electromagnética 505 está presente o no. La calibración puede, por ejemplo, calibrar un criterio de detección. Por ejemplo, si la detección se basa en una comparación de la indicación de carga con un valor de referencia, este valor de referencia puede calibrarse (es decir, adaptarse) en respuesta a la información. Por ejemplo, si se determina una indicación de carga tanto para un escenario en el que el usuario indica que una carga electromagnética 505 no está presente como para un escenario en el que el usuario indica que una carga electromagnética 505 está presente, el valor de referencia puede determinarse a medio camino entre los dos valores.

En otras realizaciones, el cálculo de la indicación de carga puede calibrarse/adaptarse en función de la información proporcionada. Por ejemplo, si la indicación de carga se determina como la corriente del inductor 801, esta puede medirse para un escenario donde la carga electromagnética no está presente. La corriente medida puede ser además una corriente de referencia restada de la corriente medida en futuras mediciones. El desplazamiento o corriente diferencial resultante puede proporcionar además una mejor estimación de la desviación del escenario donde la carga electromagnética no está presente.

La descripción anterior se ha centrado en realizaciones en las que la carga electromagnética es un dispositivo de calentamiento y, específicamente, es un elemento de calentamiento en el que se inducen directamente corrientes parásitas por la señal de transferencia de potencia. En muchas de tales realizaciones, puede ser deseable que el dispositivo intermedio 501 incluya una barrera térmica que pueda proporcionar protección contra temperaturas potencialmente altas del elemento de calentamiento. Sin embargo, se apreciará que dicha barrera térmica no será necesaria, por ejemplo, en realizaciones en las que el elemento de calentamiento solo puede alcanzar temperaturas relativamente bajas.

Por ejemplo, el dispositivo intermedio 501 puede estar dispuesto en algunas realizaciones para permitir un calentamiento de baños químicos en un entorno de laboratorio en el que el aumento de temperatura está restringido a temperaturas relativamente bajas. Por ejemplo, el dispositivo intermedio 501 puede incluir un sensor de temperatura que estará en contacto con el elemento de calentamiento durante la operación (o, por ejemplo, puede insertarse en el baño químico). Puede incluir además una funcionalidad para restringir la potencia proporcionada al elemento de calentamiento (por ejemplo, transmitiendo mensajes de control de potencia) de manera que la temperatura medida no supere, digamos, los 40 °. En tales realizaciones, el dispositivo intermedio 501 habitualmente no requerirá, ni se beneficiará de, una barrera térmica. Por el contrario, el dispositivo intermedio 501 puede estar formado físicamente por/comprendido en un material de uso común adecuado, tal como, por ejemplo, madera, plástico, etc.

Además, se apreciará que mientras que el enfoque descrito es especialmente adecuado y beneficioso para aplicaciones de calentamiento, y específicamente cuando el calentamiento se realiza mediante la señal de transferencia de potencia que induce directamente corrientes parásitas en un elemento metálico, el enfoque no se limita a tales aplicaciones. De hecho, el enfoque también puede usarse para aplicaciones sin calentamiento donde la potencia se transfiere de manera inalámbrica.

Por ejemplo, en lugar de ser un simple elemento metálico, la carga electromagnética puede estar formada por una bobina de receptor de potencia conectada, por ejemplo, a un motor eléctrico. Por ejemplo, una batidora puede incluir una bobina de recepción de potencia, accionando la corriente inducida en la misma directamente el motor eléctrico. La batidora puede, por ejemplo, no incluir una funcionalidad de control específica para interactuar con el transmisor de potencia. Sin embargo, esta funcionalidad puede proporcionarse mediante la introducción de un dispositivo intermedio 501 como se ha descrito anteriormente para el ejemplo de un elemento de calentamiento. Como ejemplo, el dispositivo intermedio 501 puede recibir una señal eléctrica simple que indica la velocidad de rotación del motor y, en respuesta, puede generar mensajes de control de potencia que controlan la señal de transferencia de potencia. Por lo tanto, de esta manera, el dispositivo intermedio 501 puede controlar la operación de la batidora. Se apreciará que el enfoque descrito para detectar la presencia de la batidora (por el dispositivo intermedio 501), como se describe para el elemento de calentamiento, puede aplicarse mutatis mutandis a dicha realización. La descripción anterior se ha centrado en ejemplos específicos de cómo puede adaptarse la operación del sistema en función de si se detecta o no una carga electromagnética. Específicamente, el sistema puede iniciar o, de hecho, finalizar una operación de transferencia de potencia en función de los resultados de la detección. Sin embargo, se apreciará que pueden preverse muchos otros usos del enfoque descrito para detectar si está presente una carga electromagnética. Por ejemplo, en otras realizaciones, el sistema puede estar dispuesto para generar una salida de usuario, comunicar una alerta a otros dispositivos (por ejemplo, enviar una notificación a un teléfono móvil), iniciar un proceso predeterminado, desactivar otro dispositivo u operación de transferencia de potencia, etc. De hecho, se apreciará que la detección de si una carga electromagnética está presente o no puede usarse de cualquier manera adecuada sin restar valor a la invención.

Se apreciará que la descripción anterior ha descrito, para mayor claridad, realizaciones de la invención con referencia a diferentes circuitos, unidades y procesadores funcionales. Sin embargo, será evidente que cualquier distribución adecuada de funcionalidad entre diferentes circuitos, unidades o procesadores funcionales puede usarse sin restar valor a la invención. Por ejemplo, la funcionalidad ilustrada para realizarse por procesadores o controladores independientes puede realizarse por el mismo procesador o controlador. Por lo tanto, las referencias a unidades o circuitos funcionales específicos solo deben verse como referencias a medios adecuados para proporcionar la funcionalidad descrita en lugar de ser indicativos de una estructura u organización lógica o física estricta.

La invención puede implementarse en cualquier forma adecuada, incluyendo hardware, software, firmware o cualquier combinación de estos. Opcionalmente, la invención puede implementarse al menos en parte como un 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 sola unidad, en una pluralidad de unidades o como parte de otras unidades funcionales. Como tal, la invención puede implementarse en una sola 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 el presente documento. Por el contrario, el alcance de la presente invención está limitado solo por las reivindicaciones adjuntas. Además, aunque pueda parecer que una característica se describe en relación con unas realizaciones específicas, los expertos en la materia reconocerán que diversas características de las realizaciones descritas pueden combinarse de acuerdo con la invención. En las reivindicaciones, la expresión "comprendiendo/que comprende" no excluye la presencia de otros elementos o etapas.

Además, aunque se enumeran individualmente, pueden implementarse una pluralidad de medios, elementos, circuitos o etapas de método, por ejemplo, mediante un solo circuito, unidad o procesador. Además, aunque pueden incluirse características individuales en diferentes reivindicaciones, estas posiblemente pueden combinarse ventajosamente, y la inclusión en diferentes reivindicaciones no implica que una combinación de características no sea factible y/o ventajosa. Además, la inclusión de una característica en una categoría de reivindicaciones no implica una limitación a esta categoría, sino que indica que la característica puede aplicarse igualmente a otras categorías de reivindicación, según proceda. Además, el orden de las características en las reivindicaciones no implica ningún orden específico en el que deban trabajarse las características y, en particular, el orden de las etapas individuales en una reivindicación de método no implica que las etapas deban realizarse en este orden. Por el contrario, las etapas pueden realizarse en cualquier orden adecuado. Además, las referencias singulares no excluyen una pluralidad. Por lo tanto, las referencias a "un", "una", "primero", "segundo", etc., no excluyen una pluralidad. Los signos de referencia en las reivindicaciones se proporcionan simplemente como un ejemplo clarificador y no deben interpretarse de ninguna manera como limitantes del alcance de las reivindicaciones.

15

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un dispositivo para soportar una transferencia de potencia a una carga electromagnética (505) desde un transmisor de potencia (201) que comprende una bobina de transferencia de potencia (801) que proporciona una señal electromagnética de transferencia de potencia cuando está en un modo de transferencia de potencia; teniendo el dispositivo una primera área de superficie (509) y una segunda área de superficie (511) y comprendiendo:
- 10 un circuito de resonancia (507) que incluye un inductor (801) y un condensador (803), estando el inductor (801) dispuesto para acoplarse al transmisor de potencia (201) a través de la primera área de superficie (509) y para acoplarse a la carga electromagnética (505) a través de la segunda área de superficie (511); estando el circuito de resonancia (507) dispuesto para concentrar la energía de la señal electromagnética de transferencia de potencia desde la primera área de superficie (509) hacia la segunda área de superficie (511), caracterizado por comprender además
- 15 un comunicador (807) para intercambiar mensajes con el transmisor de potencia (201), estando el comunicador (807) dispuesto para transmitir un mensaje de solicitud al transmisor de potencia (201) que comprende una solicitud para que el transmisor de potencia (201) genere una señal electromagnética de medición;
- 20 un procesador de indicación de carga (813) para determinar una indicación de carga indicativa de una carga de la señal electromagnética de medición;
- un detector (815) para detectar la presencia de la carga electromagnética en respuesta a la indicación de carga; y un controlador para adaptar una operación del sistema de transferencia de potencia inalámbrica en respuesta a la detección de la presencia de la carga electromagnética.
- 25 2. El dispositivo de la reivindicación 1 que comprende además un controlador de transferencia de potencia (805) dispuesto para controlar la operación de transferencia de potencia del transmisor de potencia (201) intercambiando mensajes de control de transferencia de potencia con el transmisor de potencia (201), dependiendo una propiedad del intercambio de mensajes de control de transferencia de potencia de la detección de la presencia de la carga electromagnética (505).
- 30 3. El dispositivo de la reivindicación 1 que comprende además un controlador de transferencia de potencia (805) dispuesto para controlar un nivel de potencia de la señal electromagnética de transferencia de potencia transmitiendo mensajes de control de potencia al transmisor de potencia (201).
- 35 4. El dispositivo de la reivindicación 3 que comprende además un sensor de temperatura (817) para determinar una indicación de temperatura para la segunda superficie, y en el que el controlador de transferencia de potencia (805) está dispuesto para generar los mensajes de control de potencia en respuesta a la indicación de temperatura.
- 40 5. El dispositivo de la reivindicación 1 que comprende además un controlador de transferencia de potencia (805) dispuesto para inicializar una fase de transferencia de potencia en respuesta a la detección de la presencia de una señal electromagnética intercambiando mensajes de control de transferencia de potencia con el transmisor de potencia (201).
- 45 6. El dispositivo de la reivindicación 1 que comprende además un controlador de transferencia de potencia (805) dispuesto para finalizar una operación de transferencia de potencia en respuesta a la determinación del detector (815) de que la indicación de carga no es indicativa de que la carga electromagnética (505) esté presente mediante al menos una de entre la transmisión de un mensaje de finalización de transferencia de potencia al transmisor de potencia (201) y la supresión de los mensajes de control de transferencia de potencia para el transmisor de potencia (201).
- 50 7. El dispositivo de la reivindicación 1 que comprende además un extractor de potencia dispuesto para extraer potencia de una señal electromagnética generada por el transmisor de potencia (201) para encender al menos parcialmente el dispositivo; y en el que el comunicador (807) está dispuesto para transmitir el mensaje de solicitud al transmisor de potencia (201) como parte del encendido.
- 55 8. El dispositivo de la reivindicación 1 en el que el comunicador está dispuesto para recibir un mensaje de carga del transmisor de potencia (201) que comprende datos de carga indicativos de la carga de la señal electromagnética de medición como se determina por el transmisor de potencia (201); y el procesador de indicación de carga (813) está dispuesto para determinar la indicación de carga en respuesta a los datos de carga.
- 60 9. El dispositivo de la reivindicación 1 en el que el detector (815) está dispuesto para detectar si la carga electromagnética está presente en respuesta a una comparación de la indicación de carga y una indicación de carga anterior.
- 65 10. Un transmisor de potencia (201) para proporcionar potencia inalámbrica a una carga electromagnética a través de un dispositivo intermedio; comprendiendo el transmisor de potencia (201):
- un circuito de resonancia que comprende una impedancia capacitiva (903) y una impedancia inductiva, comprendiendo la impedancia inductiva una bobina de transmisor (905) para generar una señal electromagnética

de transferencia de potencia para transferir potencia de manera inalámbrica a la carga electromagnética (505);
 un excitador (901) para generar una señal de excitación para el circuito de resonancia;
 un comunicador de mensajes (907) para comunicar mensajes con el dispositivo intermedio de cualquiera de las reivindicaciones anteriores;
 5 un procesador de mensajes (909) para detectar un mensaje de solicitud que se recibe del dispositivo intermedio que comprende una solicitud para que el transmisor de potencia (201) genere una señal electromagnética de medición; y
 un generador de señal electromagnética (911, 901) para generar la señal electromagnética de medición en respuesta a la detección del mensaje de solicitud.

11. El transmisor de potencia (201) de la reivindicación 10 que comprende además una bobina de medición (1001) y en el que el generador de señal electromagnética (1003) está dispuesto para generar la señal electromagnética de medición usando la bobina de medición (1001) y en una banda de frecuencia diferente de una banda de frecuencia para la señal electromagnética de transferencia de potencia.

12. El transmisor de potencia de la reivindicación 11 en el que el generador de señal electromagnética (901, 911) está dispuesto para generar la señal electromagnética de medición para que tenga propiedades correspondientes a una señal electromagnética de medición generada anteriormente.

13. Un sistema de transferencia de potencia inalámbrica que comprende un sistema de transferencia de potencia que comprende un dispositivo intermedio y un transmisor de potencia (201) para proporcionar potencia inalámbrica a una carga electromagnética a través del dispositivo intermedio;
 comprendiendo el transmisor de potencia (201):

un circuito de resonancia que comprende una impedancia capacitiva (903) y una impedancia inductiva, comprendiendo la impedancia inductiva una bobina de transmisor (905) para generar una señal electromagnética de transferencia de potencia para transferir potencia de manera inalámbrica a la carga electromagnética (505);
 un excitador (901) para generar una señal de excitación para el circuito de resonancia;
 un comunicador de mensajes (907) para comunicar mensajes con el dispositivo intermedio; un procesador de mensajes (909) para detectar un mensaje de solicitud que se recibe del dispositivo intermedio que comprende una solicitud para que el transmisor de potencia (201) genere una señal electromagnética de medición; y
 un generador de señal electromagnética (911, 901) para generar la señal electromagnética de medición en respuesta a la detección del mensaje de solicitud;

y teniendo el dispositivo intermedio una primera área de superficie (509) y una segunda área de superficie (511) y comprendiendo:

un circuito de resonancia (507) que incluye un inductor (801) y un condensador (803), estando el inductor (801) dispuesto para acoplarse al transmisor de potencia (201) a través de la primera área de superficie (509) y para acoplarse a la carga electromagnética (505) a través de la segunda área de superficie (511); estando el circuito de resonancia (507) dispuesto para concentrar la energía de la señal electromagnética de transferencia de potencia desde la primera área de superficie (509) hacia la segunda área de superficie (511); caracterizado por comprender además
 un comunicador (807) para intercambiar mensajes con el transmisor de potencia (201), estando el comunicador (807) dispuesto para transmitir el mensaje de solicitud al transmisor de potencia (201) que comprende la solicitud para que el transmisor de potencia (201) genere la señal electromagnética de medición;
 un procesador de indicación de carga (813) para determinar una indicación de carga indicativa de una carga de la señal electromagnética de medición;
 un detector (815) para detectar la presencia de la carga electromagnética en respuesta a la indicación de carga; y
 un controlador para adaptar una operación del sistema de transferencia de potencia inalámbrica en respuesta a la detección de la presencia de la carga electromagnética.

14. Un método para un dispositivo que soporta una transferencia de potencia a una carga electromagnética desde un transmisor de potencia (201) que comprende una bobina de transferencia de potencia (801) que proporciona una señal electromagnética de transferencia de potencia cuando está en un modo de transferencia de potencia; teniendo el dispositivo una primera área de superficie (509) y una segunda área de superficie (511) y comprendiendo un circuito de resonancia que incluye un inductor (801) y un condensador (803), acoplándose el inductor (801) al transmisor de potencia (201) a través de la primera área de superficie (509) y acoplándose a la carga electromagnética (505) a través de la segunda área de superficie (511); estando el circuito de resonancia dispuesto para concentrar la energía de la señal electromagnética de transferencia de potencia desde la primera área de superficie (509) hacia la segunda área de superficie (511); estando el método caracterizado por comprender además
 intercambiar mensajes con el transmisor de potencia (201), incluida la transmisión de un mensaje de solicitud al transmisor de potencia (201) que comprende una solicitud para que el transmisor de potencia (201) genere una señal electromagnética de medición;
 determinar una indicación de carga indicativa de una carga de la señal electromagnética de medición;
 detectar la presencia de la carga electromagnética (505) en respuesta a la indicación de carga; y

un controlador para adaptar una operación del sistema de transferencia de potencia inalámbrica en respuesta a la detección de la presencia de la carga electromagnética.

5 15. Un método de operación para un transmisor de potencia (201) que proporciona potencia inalámbrica a una carga electromagnética a través de un dispositivo intermedio; comprendiendo el transmisor de potencia (201) un circuito de resonancia que comprende una impedancia capacitiva (903) y una impedancia inductiva (905), comprendiendo la impedancia inductiva (103) una bobina de transmisor (103) para generar una señal electromagnética de transferencia de potencia para transferir potencia de manera inalámbrica a la carga electromagnética (505); comprendiendo el método:

10 generar una señal de excitación para el circuito de resonancia;
comunicar mensajes con el dispositivo intermedio de cualquiera de las reivindicaciones 1-9;
detectar un mensaje de solicitud que se recibe desde el dispositivo intermedio que comprende una solicitud para que el transmisor de potencia (201) genere una señal electromagnética de medición; y
15 generar la señal electromagnética de medición en respuesta a la detección del mensaje de solicitud.

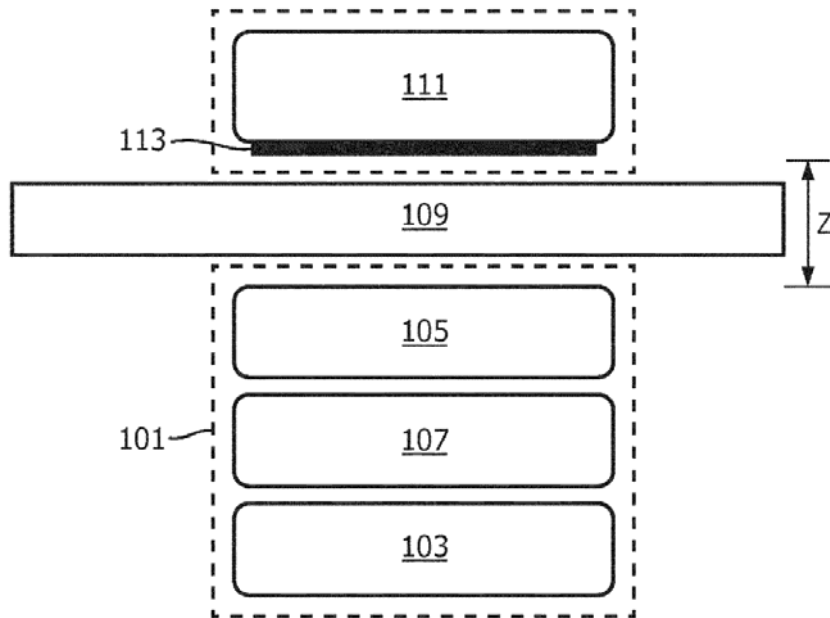


FIG. 1

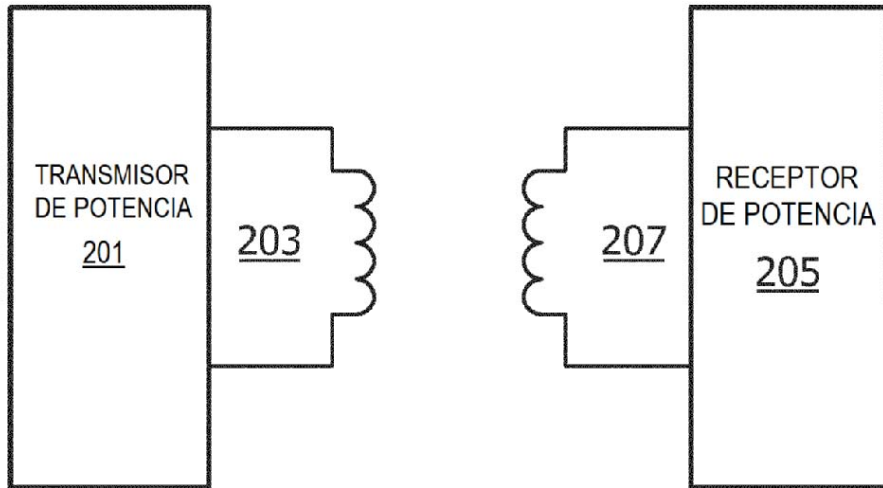


FIG. 2

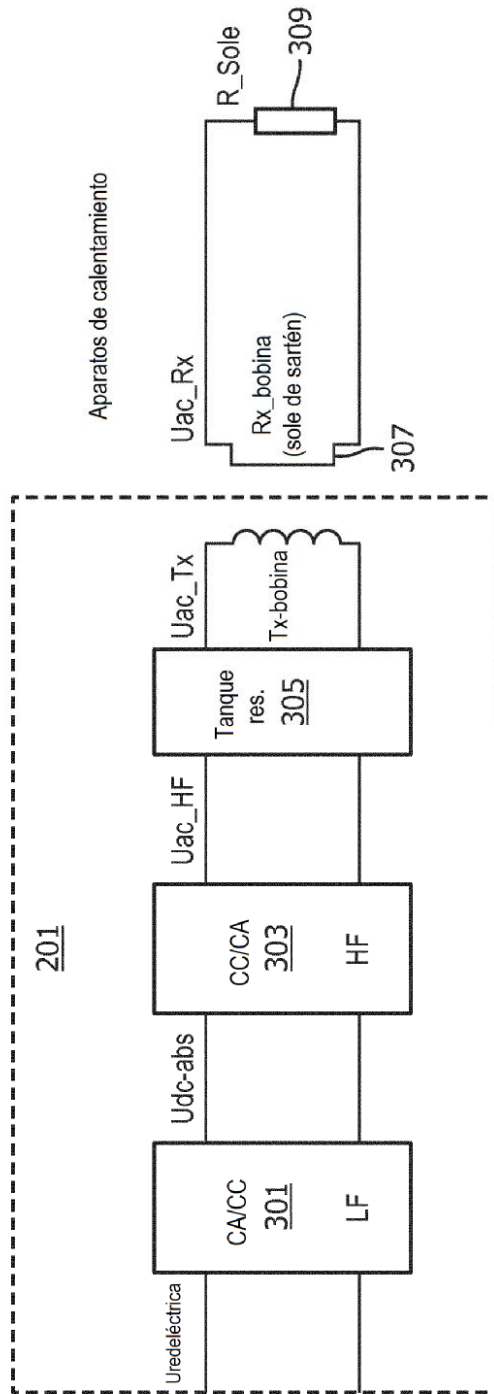


FIG. 3

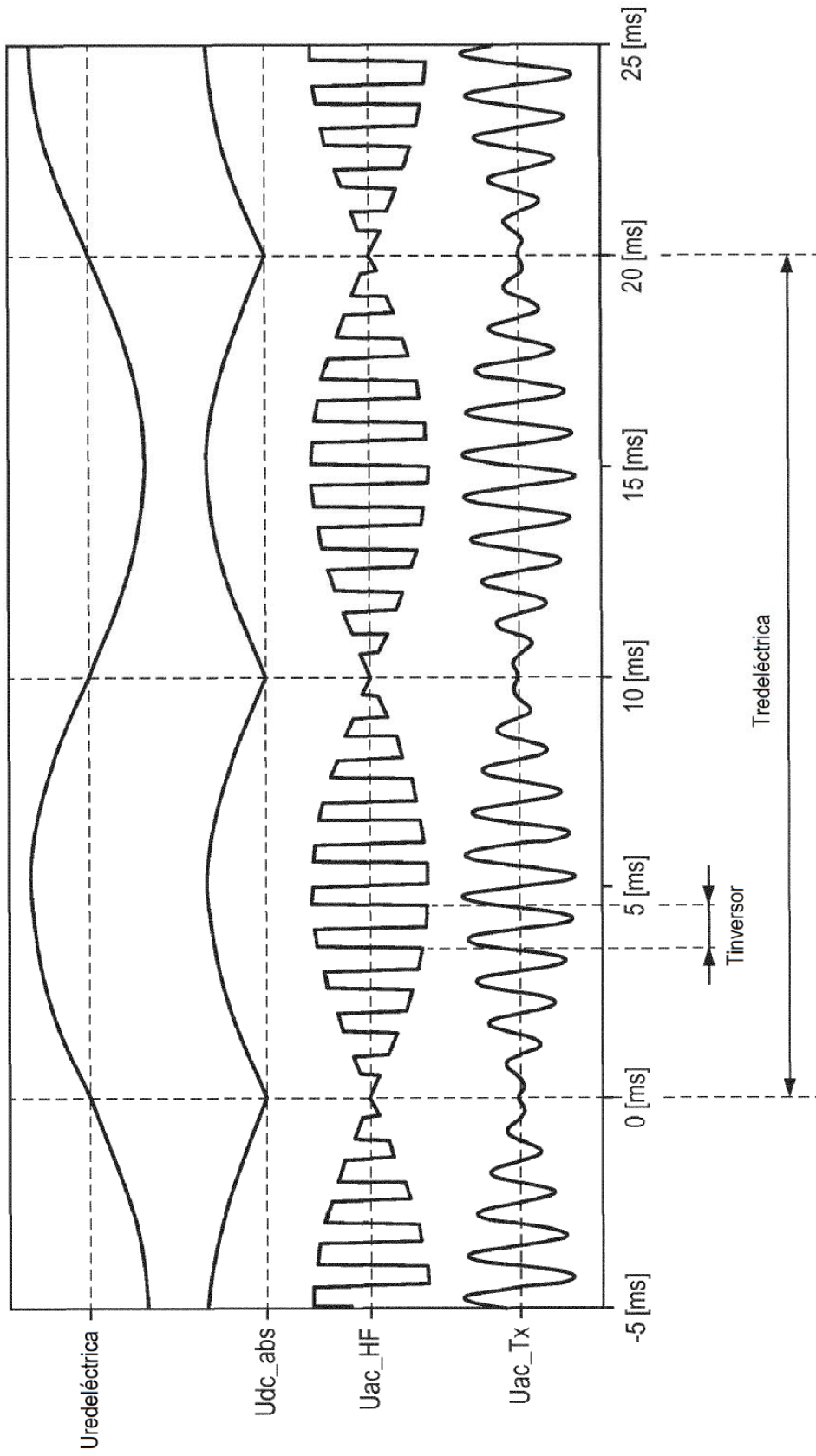


FIG. 4

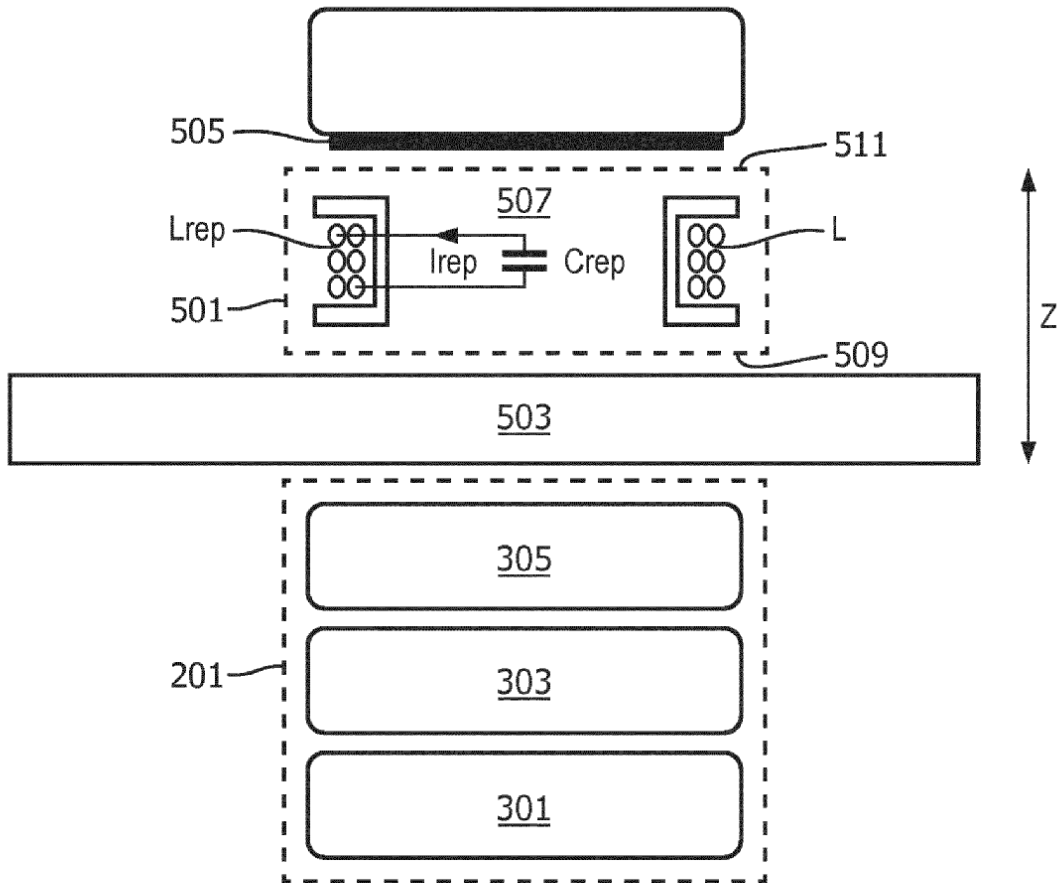


FIG. 5

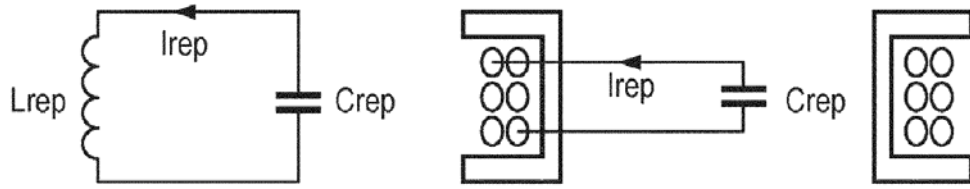


FIG. 6

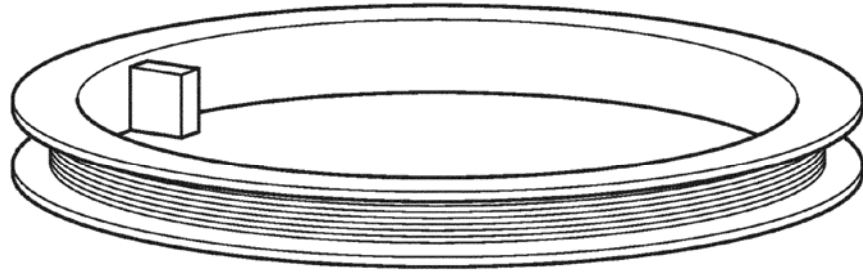


FIG. 7

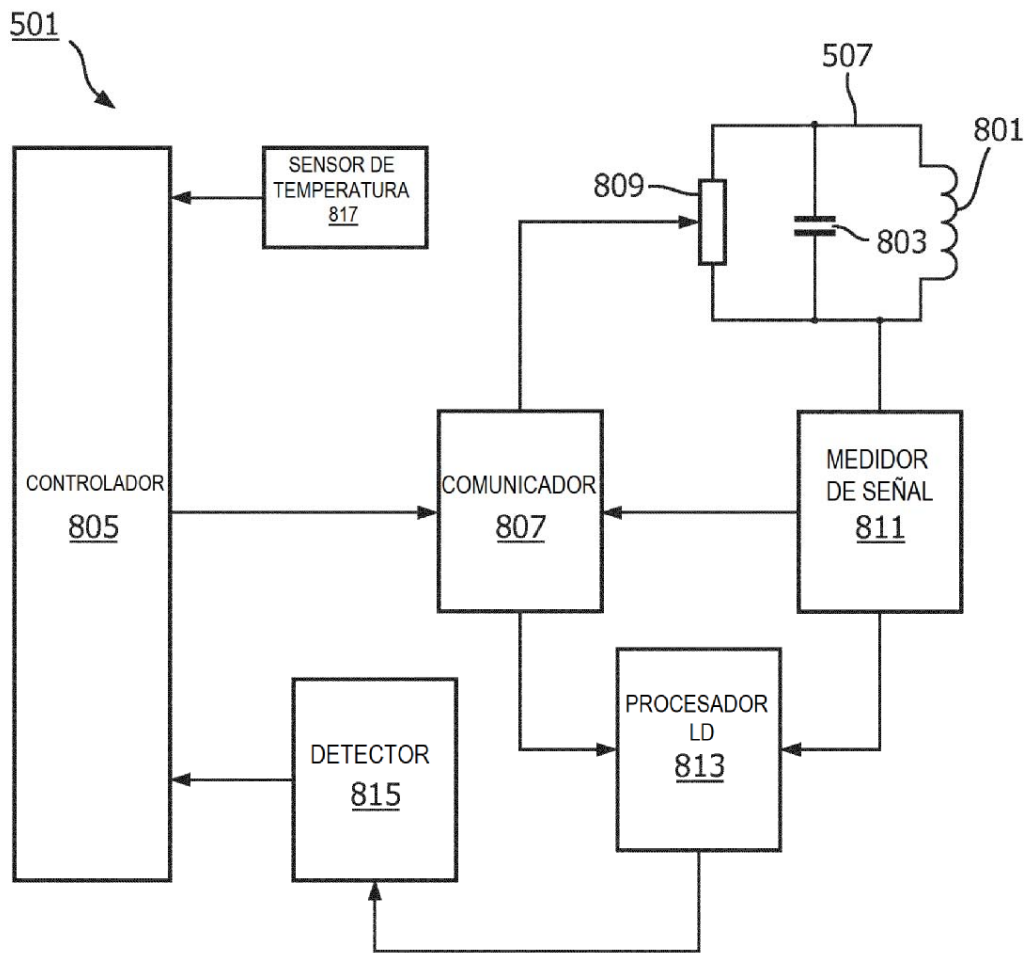


FIG. 8

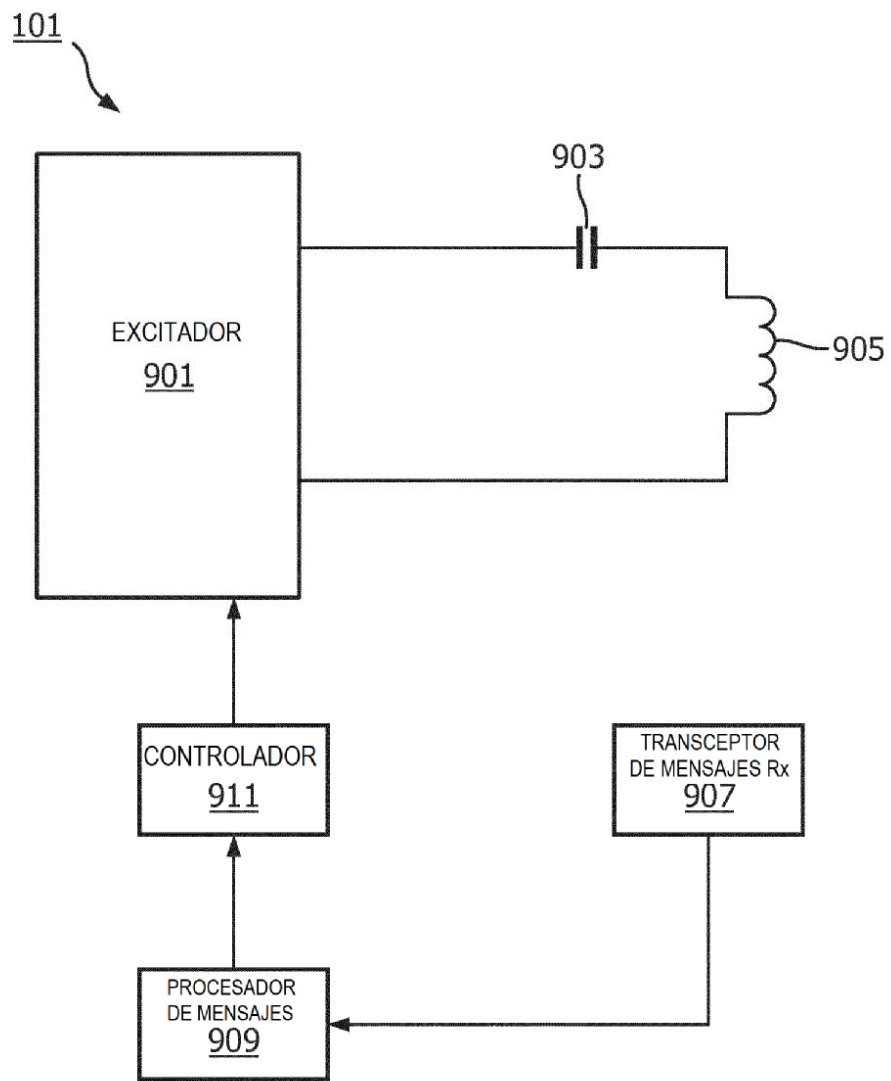


FIG. 9

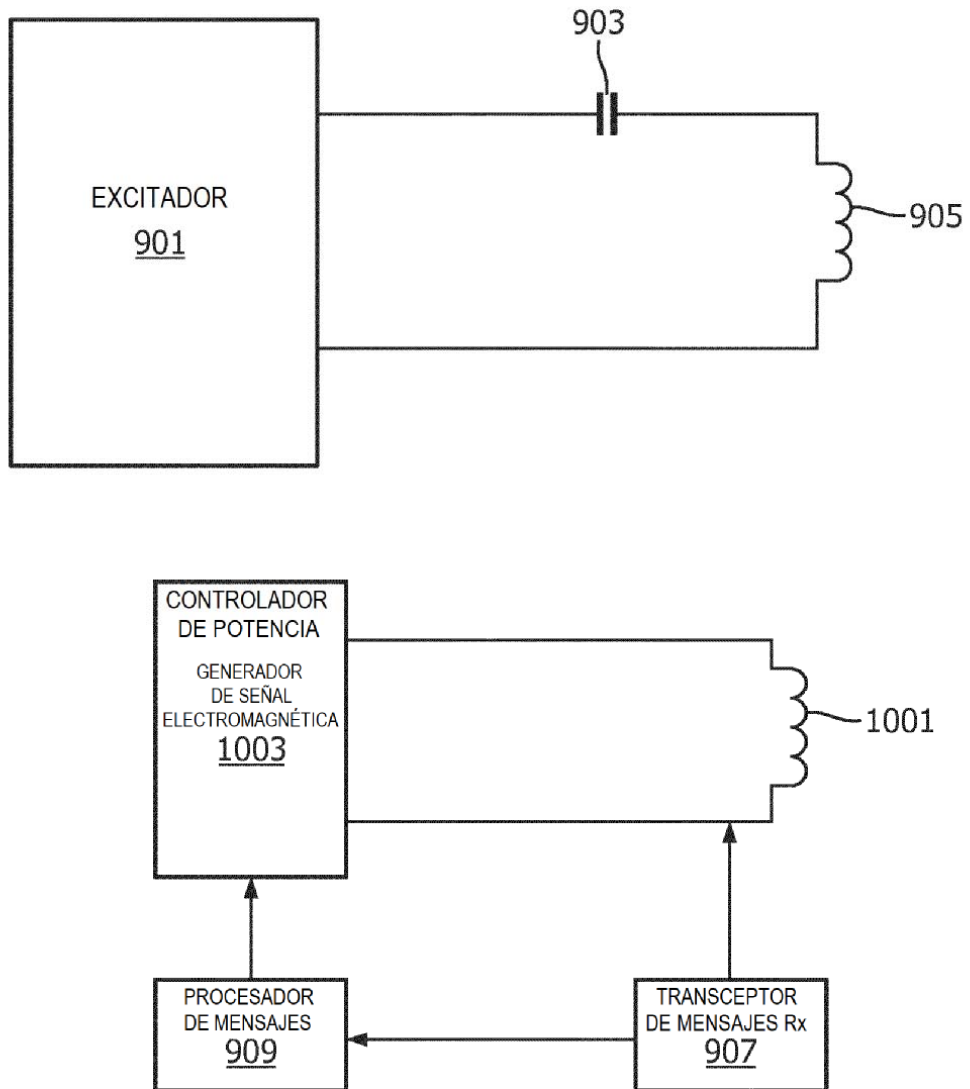


FIG. 10

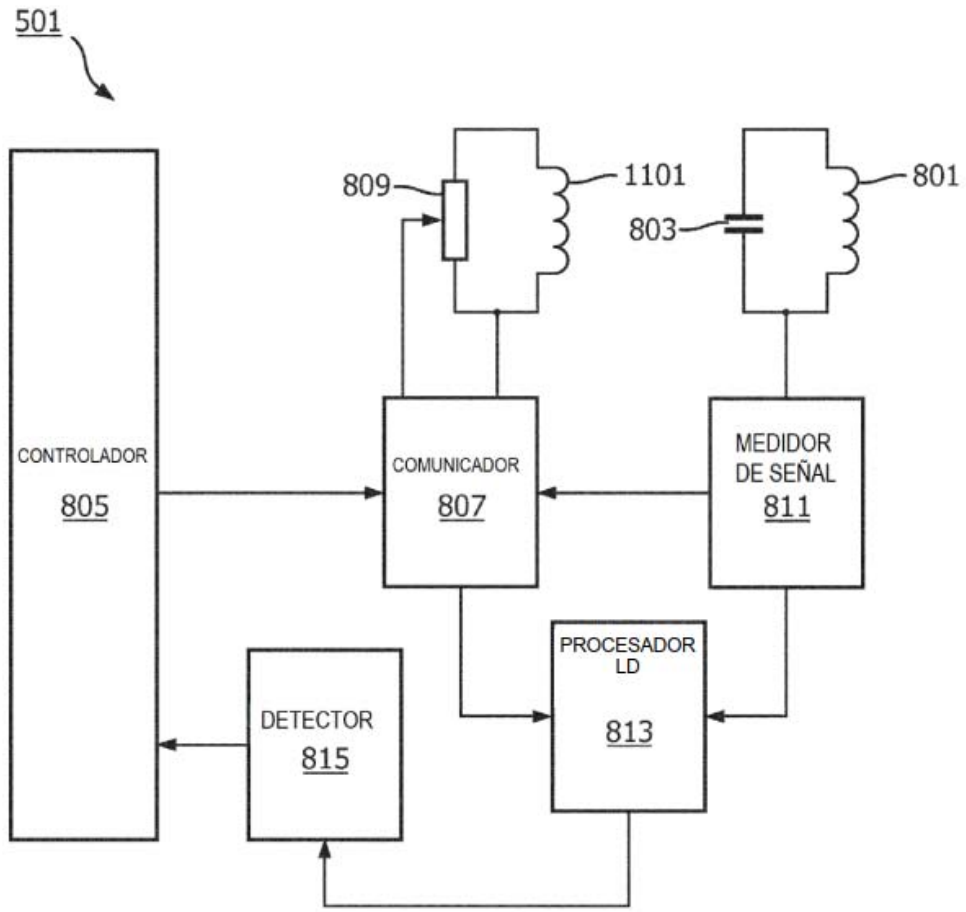


FIG. 11