

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 896 948**

51 Int. Cl.:

H02J 50/12 (2006.01)

H02J 50/80 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.01.2019** **PCT/EP2019/050033**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.07.2019** **WO19134913**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.01.2019** **E 19700014 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.08.2021** **EP 3735734**

54 Título: **Control de potencia en un sistema inalámbrico de transferencia de potencia**

30 Prioridad:

03.01.2018 EP 18150150

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

28.02.2022

73 Titular/es:

KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)

High Tech Campus 52

5656 AG Eindhoven, NL

72 Inventor/es:

VAN WAGENINGEN, ANDRIES y

STARING, ANTONIUS, ADRIAAN, MARIA

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 896 948 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

Control de potencia en un sistema inalámbrico de transferencia de potencia

5 CAMPO DE LA INVENCION

La invención se refiere al control de potencia en un sistema inalámbrico de transferencia de potencia y en particular, pero no exclusivamente, al control de la potencia proporcionada a un receptor de potencia en condiciones de funcionamiento variables.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

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

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

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

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

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

La especificación Qi es desarrollada por el Wireless Power Consortium y se puede encontrar más información en su sitio web:

<http://www.wirelesspowerconsortium.com/index.html>, donde se pueden encontrar en particular los documentos de especificación definidos.

Un parámetro clave de un sistema inalámbrico de transferencia de potencia es el control de la potencia proporcionada al receptor de potencia. Se trata de un tema muy desafiante que se ve agravado por el hecho de que los niveles de potencia no solo pueden variar sustancialmente durante una operación de transferencia de potencia determinada, sino que también pueden variar enormemente entre diferentes aplicaciones de potencia y diferentes dispositivos receptores de potencia.

60

A fin de controlar la potencia durante una operación de transferencia de potencia, los sistemas como Qi implementan un bucle de control de potencia donde el transmisor de potencia ajusta el nivel de potencia de la señal de transferencia de potencia generada en respuesta a los mensajes de control de potencia (error) recibidos desde el receptor de potencia.

65

Además, para asegurar que el transmisor de potencia y el receptor de potencia sean compatibles, y para evitar conflictos durante la operación de transferencia de potencia, la especificación Qi incluye una fase de negociación en la que el transmisor de potencia y el receptor de potencia negocian un nivel de potencia que el transmisor de potencia garantiza poner a disposición. En Qi v1.2.1 y v1.2.2, la especificación describe la negociación de la potencia garantizada.

La fase de negociación se realiza durante la fase de inicialización y asegura que el transmisor de potencia pueda proporcionar suficiente potencia al receptor de potencia, o que el receptor de potencia pueda adaptar su funcionamiento al nivel de potencia disponible (por ejemplo, un cargador puede adaptar la corriente de carga). Por consiguiente, antes de que comience la transferencia de potencia, se negocian parámetros que restringen los puntos de funcionamiento a valores que son aceptables tanto para el transmisor de potencia como para el receptor de potencia.

Sin embargo, un problema con el enfoque descrito es que puede resultar en un enfoque innecesariamente conservador. Específicamente, en muchos escenarios, la potencia garantizada negociada puede ser menor que la potencia que posiblemente podría proporcionarse en la actualidad. Por ejemplo, el transmisor de potencia debe garantizar que el transmisor de potencia puede proporcionar la potencia garantizada en todas las circunstancias, pero en algunas situaciones, puede ser posible proporcionar un nivel de potencia más alto debido a que las condiciones de funcionamiento no están en los peores niveles (por ejemplo, el nivel de potencia de entrada puede ser más alto que el nivel mínimo, o la temperatura de un componente del transmisor de potencia puede ser más baja que en el peor de los casos).

Una forma posible de abordar esto sería variar la potencia garantizada durante la fase de transferencia de potencia para que pueda proporcionar un reflejo más cercano de las condiciones de funcionamiento actuales. Sin embargo, este enfoque no será ideal en muchos escenarios. Por ejemplo, tenderá a ser un enfoque lento y complejo que requiere renegociar el nivel de potencia garantizado. Esa renegociación no solo será lenta y engorrosa, sino que también requerirá una comunicación adicional entre el receptor de potencia y el transmisor de potencia. Además, el enfoque puede introducir algunos riesgos en algunas situaciones. Por ejemplo, si las condiciones de funcionamiento cambian repentinamente a los valores del peor de los casos, el transmisor de potencia ya no puede proporcionar el nivel de potencia garantizado esperado por el receptor de potencia. En el peor de los casos, esto puede generar un mal funcionamiento.

Por lo tanto, sería ventajoso un enfoque mejorado para el control de potencia en un sistema inalámbrico de transferencia de potencia y, en particular, sería favorable un enfoque que permita una mayor flexibilidad, un coste reducido, una complejidad reducida, un control de la potencia mejorado y/o un rendimiento mejorado.

El documento US 2017/279305 A1 describe un transmisor de potencia inalámbrico inductivo que negocia un nivel de potencia garantizado con un receptor de potencia antes de una fase de transferencia de potencia.

SUMARIO DE LA INVENCION

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

Según un aspecto de la invención, el transmisor de potencia proporciona de forma inalámbrica potencia a un receptor de potencia a través de una señal de transferencia de potencia inductiva; el transmisor de potencia comprende: un comunicador para comunicarse con el receptor de potencia; un negociador para negociar un nivel de potencia garantizado con el receptor de potencia antes de una fase de transferencia de potencia, el nivel de potencia garantizado es un nivel de potencia mínimo garantizado por el transmisor de potencia durante toda la fase de transferencia de potencia; un determinante para, durante la fase de transferencia de potencia, determinar dinámicamente un nivel de potencia disponible máximo aceptable para la señal de transferencia de potencia en respuesta a un parámetro operativo del transmisor de potencia, el nivel de potencia disponible máximo aceptable es un nivel de potencia que puede ser proporcionado actualmente por el transmisor de potencia, pero que no está garantizado para la fase de transferencia de potencia; un controlador de potencia para controlar un nivel de potencia de la señal de transferencia de potencia durante la fase de transferencia de potencia en respuesta a los mensajes de control de potencia recibidos desde el receptor de potencia; en donde el controlador de potencia está dispuesto para, durante la fase de transferencia de potencia, aumentar el nivel de potencia por encima del nivel mínimo garantizado en respuesta a los mensajes de control de potencia, y para reducir el nivel de potencia independientemente de los mensajes de control de potencia en respuesta a una detección de que el nivel de potencia excede el nivel de potencia máximo aceptable disponible.

En muchas realizaciones, la invención puede proporcionar un control de potencia y una operación de potencia mejorados. En particular, puede permitir una gestión de potencia más flexible en sistemas inalámbricos de transferencia de potencia, como los sistemas Qi.

En muchas realizaciones, el enfoque puede permitir una mayor transferencia de potencia sin requerir procesos complejos o comunicación. En muchas realizaciones, se puede lograr una operación de control de potencia más flexible y eficiente. En muchas realizaciones, el enfoque puede proporcionar tanto las ventajas de la gestión de potencia basada en negociación como de la gestión de potencia adaptativa unilateral.

5 En muchos escenarios, el enfoque puede permitir una mayor transferencia de potencia al receptor de potencia cuando sea adecuado. Por ejemplo, un receptor de potencia para la carga de una batería puede iniciar una fase de transferencia de potencia en base a un nivel de potencia mínimo garantizado negociado y puede adaptar en consecuencia la corriente de carga proporcionada al nivel correspondiente. Sin embargo, el sistema no está
10 restringido a mantener esta corriente de carga en el peor de los casos en todas las condiciones, sino que puede admitir que se proporcione una corriente de carga variable y más alta durante la fase de transferencia de potencia cuando las condiciones de funcionamiento lo permitan.

15 En muchas realizaciones, el nivel de potencia garantizado puede ser un nivel de potencia estático que no varía en función de los parámetros operativos cambiantes durante la fase de transferencia de potencia. Por el contrario, en muchas realizaciones, el nivel de potencia disponible máximo aceptable puede ser un nivel de potencia dinámico que varía en función de al menos un parámetro operativo cambiante.

20 El nivel de potencia garantizado y los niveles de potencia disponibles máximos aceptables pueden estar referenciados a la señal de transferencia de potencia o, por ejemplo, a un nivel de potencia de salida del receptor de potencia dispuesto para comunicar el nivel de potencia disponible máximo aceptable al receptor de potencia.

25 Esto puede proporcionar un rendimiento mejorado en muchas realizaciones y escenarios. En muchos sistemas, puede permitir que el receptor de potencia siga controlando el nivel de potencia de la señal de transferencia de potencia y, concretamente, el bucle de control de potencia puede utilizarse para adaptar la potencia real proporcionada por la señal de transferencia de potencia de manera que esta siga las restricciones generadas por un nivel de potencia disponible que varía dinámicamente.

30 Según una característica opcional de la invención, el comunicador está dispuesto para comunicar un nuevo valor del nivel de potencia disponible máximo aceptable al receptor de potencia cuando el determinante determina un nivel de potencia disponible máximo aceptable cambiado.

35 Esto puede proporcionar un rendimiento mejorado y permitir que el receptor de potencia se adapte dinámicamente a las condiciones cambiantes. Específicamente, en muchos escenarios, puede permitir una optimización dinámica de la transferencia de potencia.

40 Según una característica opcional de la invención, el comunicador está dispuesto para comunicar el nivel de potencia disponible máximo aceptable como un valor relativo con respecto al nivel de potencia de la señal de transferencia de potencia.

45 Esto puede proporcionar un funcionamiento mejorado y/o facilitado en muchas realizaciones. En particular, puede facilitar que el transmisor de potencia determine e informe un nivel de potencia disponible máximo aceptable independientemente de las propiedades específicas del receptor de potencia. De manera similar, el receptor de potencia puede determinar el nivel de potencia disponible máximo aceptable para su aplicación sin que se requiera ningún conocimiento específico del funcionamiento del transmisor de potencia o de cualquiera de las propiedades del transmisor de potencia.

50 El enfoque puede proporcionar la ventaja de que el nivel de potencia disponible máximo aceptable comunicado sea relativo y adimensional. El transmisor de potencia normalmente puede determinar el nivel de potencia disponible máximo aceptable relativo basado en cualquier valor que pueda restringir la entrega de potencia, y puede reflejar con mayor precisión la situación real ya que no se necesita traducción de una referencia.

55 Según una característica opcional de la invención, el controlador de potencia está dispuesto para retrasar el paso de reducir el nivel de potencia independientemente del mensaje de control de potencia hasta que el nivel de potencia de la señal de transferencia de potencia haya superado el nivel de potencia disponible máximo aceptable durante más de un intervalo de tiempo de retraso.

60 El enfoque puede permitir un rendimiento mejorado y, en muchas realizaciones, se puede lograr en particular un funcionamiento más fiable. El enfoque puede permitir efectivamente que el receptor de potencia siga controlando la adaptación de la transferencia de potencia a las condiciones cambiantes y al nivel de potencia disponible máximo aceptable, mientras que al mismo tiempo permite que el transmisor de potencia proporcione una operación de seguridad que puede garantizar que el nivel de potencia disponible máximo aceptable se adapte incluso si el receptor de potencia no lo hace.

En algunas realizaciones, el controlador de potencia puede estar dispuesto para retrasar la reducción del nivel de potencia independientemente del mensaje de control de potencia hasta que el nivel de potencia de la señal de potencia haya superado el nivel de potencia disponible máximo aceptable durante más de un intervalo de tiempo de retraso.

5 Según una característica opcional de la invención, el intervalo de tiempo de retraso no es inferior a 0,5 segundos ni superior a 10 segundos.

Esto puede proporcionar una operación particularmente ventajosa en muchas realizaciones y escenarios.

10 Según una característica opcional de la invención, el parámetro operativo es al menos de: una temperatura de un componente del transmisor de potencia; una temperatura ambiente.

15 Esto puede proporcionar una determinación particularmente favorable de un nivel de potencia disponible máximo aceptable para reflejar las condiciones de funcionamiento y su efecto sobre la potencia que se puede proporcionar actualmente.

20 Según una característica opcional de la invención, el negociador está dispuesto para negociar el nivel de potencia garantizado basándose en las propiedades de un receptor de potencia de referencia.

25 Esto puede proporcionar un rendimiento mejorado y/o facilitado. El nivel de potencia garantizado puede determinarse según las propiedades nominales/de referencia de un receptor de potencia en lugar de las propiedades específicas del receptor de potencia específico que se admite actualmente. Esto puede ayudar sustancialmente al transmisor de potencia a determinar un nivel de potencia garantizado adecuado y puede proporcionar o facilitar la compatibilidad entre el receptor de potencia y el transmisor de potencia sin requerir que intercambien información de sus propiedades específicas.

30 Según una característica opcional de la invención, el nivel de potencia garantizado es independiente de las condiciones de funcionamiento durante la transferencia de potencia.

35 Esto puede proporcionar una operación ventajosa en muchas realizaciones. Específicamente, es posible que el nivel de potencia garantizado no cambie cuando cambien los parámetros operativos de la transferencia de potencia. El nivel de potencia garantizado puede determinarse basándose en una consideración de propiedades de referencia más que en propiedades específicas, y puede ser independiente de un cambio en el valor de dichas propiedades.

Según una característica opcional de la invención, el determinante está dispuesto para determinar el nivel de potencia disponible máximo aceptable sin comunicarse con el receptor de potencia.

40 Esto puede proporcionar una operación ventajosa en muchas realizaciones. En particular, puede facilitar el funcionamiento y reducir los requisitos de comunicación.

Según una característica opcional de la invención, el negociador está dispuesto para determinar la potencia garantizada para que no supere el 70 % de un nivel de potencia máximo posible para el transmisor de potencia.

45 Esto puede proporcionar una operación ventajosa en muchas realizaciones. En muchas realizaciones, el nivel de potencia garantizado puede estar sujeto además a un valor mínimo, como por ejemplo un valor mínimo de 5W o 10W.

50 Según un aspecto de la invención, se proporciona un receptor de potencia para recibir de forma inalámbrica potencia desde un transmisor de potencia a través de una señal de transferencia de potencia inductiva; el receptor de potencia comprende: un comunicador para comunicarse con el transmisor de potencia; un negociador para negociar un nivel de potencia garantizado con el transmisor de potencia antes de una fase de transferencia de potencia, el nivel de potencia garantizado es un nivel de potencia mínimo garantizado por el transmisor de potencia durante toda la fase de transferencia de potencia; un controlador de potencia para transmitir mensajes de control de potencia al transmisor de potencia para establecer un bucle de control de potencia; y en donde el receptor de potencia está dispuesto para mantener una operación de transferencia de potencia durante la fase de transferencia de potencia a pesar de que el nivel de la señal de transferencia de potencia no cambia según los mensajes de control de potencia si el nivel de la señal de transferencia de potencia está por encima del nivel de potencia garantizado.

60 Según una característica opcional de la invención, el comunicador está dispuesto para recibir un nivel de potencia disponible máximo aceptable desde el transmisor de potencia, el nivel de potencia disponible máximo aceptable es un nivel de potencia que puede ser proporcionado actualmente por el transmisor de potencia, pero que no está garantizado para la fase de transferencia de potencia; y el controlador de potencia está dispuesto para, durante la fase de transferencia de potencia, transmitir mensajes de control de potencia solicitando un aumento en el nivel de potencia por encima del nivel mínimo garantizado y para transmitir mensajes de control de potencia solicitando una

disminución en el nivel de potencia en respuesta a una detección de que el nivel de potencia excede el nivel de potencia disponible máximo aceptable.

Según un aspecto de la invención, se proporciona un método de funcionamiento para un transmisor de potencia que proporciona de forma inalámbrica potencia a un receptor de potencia a través de una señal de transferencia de potencia inductiva; el método comprende: comunicarse con el receptor de potencia; negociar un nivel de potencia garantizado con el receptor de potencia antes de una fase de transferencia de potencia, el nivel de potencia garantizado es un nivel de potencia mínimo garantizado por el transmisor de potencia durante toda la fase de transferencia de potencia; determinar dinámicamente, durante la fase de transferencia de potencia, un nivel de potencia disponible máximo aceptable para la señal de transferencia de potencia en respuesta a un parámetro operativo del transmisor de potencia, el nivel de potencia disponible máximo aceptable es un nivel de potencia que puede ser proporcionado actualmente por el transmisor de potencia, pero que no está garantizado para la fase de transferencia de potencia; controlar un nivel de potencia de la señal de transferencia de potencia durante la fase de transferencia de potencia en respuesta a los mensajes de control de potencia recibidos desde el receptor de potencia; en donde el control del nivel de potencia comprende, durante la fase de transferencia de potencia, aumentar el nivel de potencia por encima del nivel mínimo garantizado en respuesta a los mensajes de control de potencia, y reducir el nivel de potencia independientemente de los mensajes de control de potencia en respuesta a una detección de que el nivel de potencia excede el nivel de potencia disponible máximo aceptable.

Según un aspecto de la invención, se proporciona un método de funcionamiento para un receptor de potencia que recibe de forma inalámbrica potencia de un transmisor de potencia a través de una señal de transferencia de potencia inductiva; el método comprende: comunicarse con el transmisor de potencia; negociar un nivel de potencia garantizado con el transmisor de potencia antes de una fase de transferencia de potencia, el nivel de potencia garantizado es un nivel de potencia mínimo garantizado por el transmisor de potencia durante toda la fase de transferencia de potencia; transmitir mensajes de control de potencia al transmisor de potencia para establecer un bucle de control de potencia; y mantener una operación de transferencia de potencia durante la fase de transferencia de potencia a pesar de que el nivel de la señal de transferencia de potencia no cambia según los mensajes de control de potencia si el nivel de la señal de transferencia de potencia está por encima del nivel de potencia garantizado.

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

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

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

la figura 1 ilustra un ejemplo de elementos de un sistema de transferencia de potencia según algunas realizaciones de la invención;

la figura 2 ilustra un ejemplo de niveles de potencia en el sistema de transferencia de potencia de la figura 1;

la figura 3 ilustra un ejemplo de elementos de un transmisor de potencia según algunas realizaciones de la invención;

la figura 4 ilustra un ejemplo de elementos de un receptor de potencia según algunas realizaciones de la invención;

la figura 5 ilustra un ejemplo de niveles de potencia en el sistema de transferencia de potencia de la figura 1;

la figura 6 ilustra un ejemplo de niveles de potencia en el sistema de transferencia de potencia de la figura 1;

la figura 7 ilustra un ejemplo de niveles de potencia en el sistema de transferencia de potencia de la figura 1.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE ALGUNAS REALIZACIONES DE LA INVENCION

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

La figura 1 ilustra un ejemplo de un sistema de transferencia de potencia según algunas realizaciones de la invención. El sistema de transferencia de potencia comprende un transmisor de potencia 101 que incluye (o está acoplado a) una bobina transmisora / inductor 103. El sistema comprende además un receptor de potencia 105 que incluye (o está acoplado a) una bobina receptora/inductor 107.

El sistema proporciona una señal de transferencia de potencia electromagnética que puede transferir potencia inductivamente desde el transmisor 101 de potencia al receptor de potencia 105. Específicamente, el transmisor de potencia 101 genera una señal electromagnética, que se propaga como un flujo magnético por la bobina transmisora o inductor 103. La señal de transferencia de potencia puede tener normalmente una frecuencia entre alrededor de 20 kHz y alrededor de 500 kHz, y a menudo para sistemas compatibles con Qi normalmente en el rango de 95 kHz a 205 kHz (o por ejemplo, para aplicaciones de cocina de alta potencia, la frecuencia puede estar normalmente en el rango entre 20 kHz y 80 kHz). La bobina transmisora 103 y la bobina receptora de potencia 107 están acopladas de

manera holgada y, por lo tanto, la bobina receptora de potencia 107 recoge (al menos parte de) la señal de transferencia de potencia del transmisor de potencia 101. Por lo tanto, la potencia se transfiere desde el transmisor de potencia 101 al receptor de potencia 105 mediante un acoplamiento inductivo inalámbrico desde la bobina transmisora 103 a la bobina receptora de potencia 107. El término señal de transferencia de potencia se utiliza principalmente para referirse a la señal inductiva/ campo magnético entre la bobina transmisora 103 y la bobina receptora de potencia 107 (señal de flujo magnético), pero se apreciará que, mediante equivalencia, también puede considerarse y utilizarse como referencia a una señal eléctrica proporcionada a la bobina transmisora 103 o captada por la bobina receptora de potencia 107.

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

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

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

Durante la inicialización de una operación de transferencia de potencia, el transmisor de potencia y el receptor de potencia determinan una serie de parámetros operativos. Este proceso implica establecer parámetros de comunicación, capacidades, etc. Específicamente, como parte de la inicialización, el transmisor de potencia y el receptor de potencia realizan una fase de negociación en la que se determinan una serie de parámetros operativos basados en un intercambio de comunicación entre el receptor de potencia y el transmisor de potencia. Específicamente, el proceso implica que el receptor de potencia proponga parámetros operativos y el transmisor de potencia acepte o rechace los parámetros.

Un parámetro específico que se determina durante la fase de negociación es un nivel de potencia garantizado (denominado potencia garantizada en las especificaciones Qi) que es un nivel de potencia mínimo que el transmisor de potencia garantiza que podrá proporcionar durante toda la fase de transferencia de potencia. Por lo tanto, en Qi, la inicialización de la transferencia de potencia implica que el transmisor de potencia y el receptor de potencia establezcan un nivel de potencia garantizado que es el nivel de potencia mínimo que el transmisor de potencia puede proporcionar al receptor de potencia en todas las circunstancias. Por consiguiente, el receptor de potencia procede con la transferencia de potencia sabiendo que el nivel de potencia garantizado es el nivel de potencia máximo que puede garantizarse y, por lo tanto, la operación de transferencia de potencia procede bajo esta restricción.

Normalmente, el proceso implica que el receptor de potencia determine el nivel de potencia máximo que se espera que requiera, y solicita al transmisor de potencia que acepte este nivel de potencia garantizado. El transmisor de potencia puede luego optar por aceptar este nivel de potencia, en cuyo caso la transferencia de potencia procede en consecuencia. Sin embargo, si el transmisor de potencia rechaza la solicitud, el receptor de potencia puede proceder a transmitir una nueva solicitud para un nivel inferior para el nivel de potencia garantizado. Este enfoque puede repetirse hasta que el transmisor de potencia acepte el nivel de potencia garantizado y la transferencia de potencia pueda proceder con esta restricción. El receptor de potencia estará limitado específicamente durante la transmisión de potencia por debajo de ese nivel de potencia y normalmente se adaptará en consecuencia. Por ejemplo, se puede establecer una corriente de carga para una batería a un nivel que garantice que la potencia extraída no exceda el nivel de potencia garantizado.

Sin embargo, una desventaja de este enfoque es que normalmente conduce a niveles de potencia innecesariamente bajos. De hecho, el nivel de potencia garantizado se determina como un nivel de potencia estática que se garantiza durante toda la fase de transferencia de potencia y para todas las posibles condiciones de funcionamiento. Como consecuencia, el nivel de potencia garantizado se establece sobre la base de las consideraciones del caso más desfavorable, lo que resulta en una situación en la que el transmisor de potencia normalmente podría proporcionar un nivel de potencia más alto para las condiciones de funcionamiento actuales. Esto puede resultar en que, por ejemplo, el receptor de potencia cargue una batería con una corriente de carga inferior a la necesaria.

Una solución a este problema puede ser permitir que el nivel de potencia garantizado se renegocie dinámicamente durante la fase de transferencia de potencia. Esto puede permitir que el nivel de potencia garantizado varíe durante la fase de transferencia de potencia y, por lo tanto, puede permitir que la potencia que el receptor de potencia considera que puede extraer se incremente cuando las condiciones de funcionamiento lo permitan, permitiendo así, por ejemplo, que se proporcione una mayor corriente de carga cuando sea adecuado.

Sin embargo, en el sistema de la figura 1, se usa un enfoque mejorado en donde se usan múltiples niveles de potencia en simultáneo para proporcionar sinérgicamente un enfoque de gestión de potencia más ventajoso.

Específicamente, el sistema puede permitir que se determine un nivel de potencia garantizado antes de la fase de transferencia de potencia al llevar a cabo una negociación entre el receptor de potencia y el transmisor de potencia. En muchas realizaciones, puede emplearse un enfoque correspondiente a la fase de negociación de inicialización de transferencia de potencia para Qi. Por lo tanto, antes de la fase de transferencia de potencia se negocia un nivel de potencia garantizado asegurando así que el transmisor de potencia y el receptor de potencia sean compatibles y puedan establecer parámetros operativos (garantizados) que sean aceptables tanto para el receptor de potencia como para el transmisor de potencia. Por lo tanto, el proceso de negociación establece que la fase de transferencia de potencia puede continuar y que esto conducirá a un funcionamiento aceptable en todas las circunstancias.

El nivel de potencia garantizado determinado durante la negociación puede ser un valor estático que está garantizado para toda la fase de transferencia de potencia y en todas las condiciones de funcionamiento esperadas (o incluso posibles). Por lo tanto, el nivel de potencia garantizado refleja un nivel de potencia que puede ser proporcionado por el transmisor de potencia dentro de todo el rango de funcionamiento. Debe apreciarse que en la mayoría de las realizaciones, el rango de funcionamiento completo se determina con referencia a la operación de transferencia de potencia específica, es decir, se refiere al rango de funcionamiento que se espera o se estima para la transferencia de potencia posterior en lugar de necesariamente a todos los puntos de funcionamiento posibles para un sistema de transferencia inalámbrica.

Además, el nivel de potencia garantizado normalmente se determina basándose en una consideración de las propiedades de referencia para el transmisor de potencia, el receptor de potencia o, a menudo, ambos. Por lo tanto, en muchas realizaciones, el transmisor de potencia puede determinar el nivel de potencia garantizado basándose en las propiedades de un receptor de potencia de referencia en lugar de basarse en las propiedades específicas del receptor de potencia específico que recibe la fase de transferencia de potencia.

El receptor de potencia de referencia normalmente es un receptor de potencia estandarizado o nominal que tiene un conjunto de parámetros operativos. Por ejemplo, el receptor de referencia puede definirse para tener una capacidad de pérdida de potencia parásita de referencia específica (por ejemplo, pérdida de potencia debido a corrientes de Foucault en las partes metálicas del receptor de potencia), un tamaño de referencia de la bobina receptora de potencia, un consumo de potencia interno de referencia, etc.

Esta información puede ser utilizada por el enfoque del transmisor de potencia para determinar el nivel de potencia garantizado que puede admitir, o incluso puede estar integrada en el mismo. Por ejemplo, en muchas realizaciones, la negociación y el nivel de potencia garantizado pueden ser con referencia a la potencia de salida del receptor de potencia y, de hecho, en muchas realizaciones con referencia a la potencia de salida de un receptor de potencia de referencia o nominal en lugar del receptor de potencia real presente. Por lo tanto, el receptor de potencia puede transmitir una solicitud para que el transmisor de potencia proporcione un nivel de potencia de salida determinado a una carga. La solicitud puede solicitar directamente un nivel de potencia garantizado correspondiente a ese nivel de potencia de salida. El transmisor de potencia puede luego proceder a evaluar si puede garantizar que la señal de transferencia de potencia puede proporcionar suficiente potencia para admitir este nivel de potencia de salida. Esta determinación puede basarse en la consideración de las propiedades en el transmisor de potencia, así como en las propiedades del receptor de potencia de referencia. Por lo tanto, la determinación se basa en la suposición de que el receptor de potencia corresponde a un receptor de potencia de referencia. Si el transmisor de potencia determina que puede proporcionar el nivel de potencia garantizado solicitado, acepta la solicitud y, de lo contrario, rechaza la solicitud que lleva al receptor de potencia a emitir una nueva solicitud para un nivel de potencia garantizado más bajo (o abandona la transferencia de potencia).

La ventaja de utilizar el enfoque del receptor de potencia de referencia es que evita el requisito de que las propiedades específicas del receptor de potencia se comuniquen al transmisor de potencia, lo que conduce a un enfoque más eficiente. El transmisor de potencia puede funcionar basándose en información conocida del receptor de potencia de referencia y el receptor de potencia puede adaptarse localmente, por ejemplo, la solicitud del nivel de potencia garantizado para reflejar las diferencias entre las propiedades del receptor de potencia y aquellas del receptor de potencia de referencia.

Por lo tanto, en el enfoque, un nivel de potencia garantizado primero se determina mediante negociación, donde el nivel de potencia garantizado corresponde específicamente a la cantidad de potencia de salida de un receptor de

potencia de referencia adecuado que el transmisor de potencia asegura que está disponible en cualquier momento durante la fase de transferencia de potencia. En la mayoría de las realizaciones, el nivel de potencia garantizado es un nivel de potencia estático que está garantizado durante la duración de la fase de transferencia de potencia y para el rango completo de puntos de funcionamiento. Además, en muchas realizaciones se determina en función de las propiedades de un receptor de potencia de referencia en lugar de en función de las propiedades del receptor de potencia específico realmente implicado.

Normalmente, el transmisor de potencia está dispuesto para determinar el nivel de potencia garantizado teniendo en cuenta la posible potencia máxima que podría proporcionarse. Esta potencia posible corresponde a la cantidad de potencia de salida para un receptor de potencia de referencia adecuado que el transmisor de potencia puede poner a disposición durante la fase de transferencia de potencia en condiciones óptimas. Este parámetro está fijado por el diseño del transmisor de potencia y puede considerarse como el nivel de potencia máximo posible del nivel de potencia garantizado en condiciones ideales. En la práctica, el nivel de potencia garantizado puede establecerse en un nivel sustancialmente más bajo para proporcionar un margen suficiente y para compensar las condiciones de funcionamiento específicas y las propiedades del receptor de potencia.

El nivel de potencia garantizado proporciona condiciones de funcionamiento mínimas garantizadas para el receptor de potencia y asegura que se pueda realizar una transferencia de potencia aceptable. Por lo tanto, asegura la robustez y confiabilidad de la transferencia de potencia. Sin embargo, no asegura la optimización del funcionamiento y, en muchos escenarios, el nivel de potencia garantizado será más bajo que el nivel de potencia que posiblemente podría proporcionar el transmisor de potencia en la situación actual específica.

En el sistema de la figura 1, se logra un rendimiento mejorado al introducir un parámetro adicional en la gestión del control de potencia y al permitir que el receptor de potencia proceda a extraer más potencia de la señal de transferencia de potencia que el nivel de potencia garantizado acordado y negociado. Por lo tanto, a diferencia de un enfoque en donde el transmisor de potencia y el receptor de potencia determinan un nivel de potencia que el transmisor puede garantizar, y con el receptor de potencia asegurándose de que no exceda ese nivel, el enfoque actual permite al receptor de potencia exceder el nivel de potencia y extraer más potencia de la acordada con el transmisor de potencia.

En el enfoque, el transmisor de potencia está dispuesto para determinar dinámicamente un nivel de potencia disponible máximo aceptable para la señal de transferencia de potencia en respuesta a un parámetro de funcionamiento del transmisor de potencia. El nivel de potencia disponible máximo aceptable se determina como un nivel de potencia que el transmisor de potencia puede proporcionar bajo los parámetros de funcionamiento actuales. Como el nivel de potencia garantizado refleja la potencia mínima que puede proporcionarse para las peores condiciones, mientras que el nivel de potencia máxima aceptable disponible refleja el nivel de potencia para las condiciones de funcionamiento actuales, el nivel de potencia disponible máximo aceptable no será (normalmente) inferior al nivel de potencia garantizado (suponiendo que el intervalo de funcionamiento considerado para la fase de transferencia de potencia al determinar el nivel de potencia garantizado siga siendo válido. Por ejemplo, en un caso excepcional donde el acoplamiento entre las bobinas transmisoras y receptoras es muy bajo, la potencia disponible máxima aceptable puede ser menor que la potencia garantizada, ya que el transmisor normalmente determina la potencia garantizada suponiendo que el acoplamiento es aceptable y el receptor se parece un receptor de referencia). Por consiguiente, el nivel de potencia disponible máximo aceptable puede reflejar un nivel de potencia más alto que el aceptado y garantizado para el receptor de potencia. Sin embargo, al mismo tiempo puede reflejar un nivel de potencia que el transmisor de potencia no superará para las condiciones de funcionamiento actuales.

Para ser breves, el nivel de potencia disponible máximo aceptable a continuación también se denominará simplemente nivel de potencia disponible.

En el enfoque, el sistema busca permitir que el receptor de potencia aumente los niveles de potencia requeridos/extraídos por encima de lo que se ha acordado antes de la fase de transferencia de potencia, pero restringir esto para que no exceda el nivel de potencia disponible. En algunas realizaciones y escenarios, este segundo límite puede ser cumplido por el receptor de potencia, pero en otras realizaciones y escenarios, el segundo límite del nivel de potencia disponible puede estar controlado e impuesto por el transmisor de potencia (por ejemplo, si el receptor de potencia extrae demasiada potencia durante demasiado tiempo).

A diferencia del enfoque de negociación (ya sea dinámicamente o no) de un intervalo de potencia que está disponible para el receptor de potencia, el enfoque del sistema de la figura 1 divide el rango de potencia disponible en tres intervalos diferentes como se indica en la figura 2 (donde PP se refiere al nivel de potencia posible, AP se refiere al nivel de potencia disponible y GP se refiere al nivel de potencia garantizado). El sistema también define un intervalo de potencia (niveles de potencia por debajo del nivel de potencia garantizado) en el que se garantiza que el transmisor de potencia siempre proporciona potencia y en el que el receptor de potencia puede confiar plenamente. Además, el enfoque emplea un intervalo de potencia (niveles de potencia por encima del nivel de potencia disponible) que no es admitido por el transmisor de potencia. Sin embargo, a diferencia de un enfoque de renegociación, el sistema también emplea un tercer intervalo de nivel de potencia determinado dinámicamente (niveles de potencia

por encima del nivel de potencia garantizado y por debajo del nivel de potencia disponible) para el cual el transmisor de potencia puede ser admitido actualmente, pero para el cual no hay garantía de que el receptor de potencia pueda confiar.

5 Por lo tanto, después de la negociación, y al comienzo de la fase de transferencia de potencia, el receptor de potencia puede tener un nivel de potencia garantizado acordado en el que siempre se puede confiar y que puede constituir la base de funcionamiento. Eso asegura que el receptor de potencia pueda proporcionar un funcionamiento requerido y que se pueda realizar un servicio adecuado.

10 Durante el funcionamiento, el receptor de potencia puede además intentar aumentar el nivel de potencia más de lo acordado, y si el transmisor de potencia ha determinado un nivel de potencia disponible que es superior a la potencia solicitada, la operación puede ser admitida y el servicio puede ser optimizado.

15 Por ejemplo, un receptor de potencia puede ser parte de un cargador de batería de alta corriente (por ejemplo, para baterías de automóvil de alta resistencia). Antes de la fase de transferencia de potencia, el receptor de potencia y el transmisor de potencia pueden negociar para determinar un nivel de potencia garantizado. Si solo es posible determinar un nivel de potencia garantizado que no es suficiente para permitir una corriente de carga aceptable para la batería, el receptor de potencia puede abandonar el proceso de transferencia y carga de potencia ya que el funcionamiento aceptable no es factible. Por ejemplo, el receptor de potencia puede, en tal caso, indicar al usuario que la carga no es posible. Sin embargo, siempre que se puedan cumplir las condiciones mínimas, el receptor de potencia puede proceder con la operación de carga ya que se garantiza un funcionamiento aceptable y se garantizará durante todo el proceso. Sin embargo, durante la fase de transferencia de potencia y la operación de carga, el receptor de potencia puede intentar aumentar la corriente de carga por encima de la cantidad garantizada, y si se puede admitir actualmente por el transmisor de potencia, entonces se puede lograr una operación de carga más rápida.

El enfoque puede, por lo tanto, combinar la confiabilidad y la robustez de una operación y admisión garantizadas, y al mismo tiempo optimizar el rendimiento y la adaptación a las condiciones instantáneas. Además, el enfoque puede proporcionar excelente compatibilidad previa con los sistemas inalámbricos de transferencia de potencia, como Qi.

30 La figura 3 ilustra un ejemplo de algunos elementos del transmisor de potencia 101 de la figura 1.

El transmisor de potencia 101 comprende un controlador del transmisor de potencia 301 que está dispuesto para controlar el funcionamiento del transmisor de potencia 101 según los principios operativos deseados. Específicamente, el transmisor de potencia 101 puede incluir muchas de las funcionalidades necesarias para realizar el control de potencia según las especificaciones Qi.

40 El controlador del transmisor de potencia 301 incluye un controlador que puede generar una señal de accionamiento (transferencia de potencia) que es alimentada a la bobina transmisora 103 que, a su vez, genera la señal de transferencia de potencia electromagnética proporcionando así una transferencia de potencia al receptor de potencia 105. La señal de transferencia de potencia es proporcionada durante los intervalos de tiempo de la transferencia de potencia de la fase de transferencia de potencia.

45 El controlador normalmente puede comprender un circuito de salida en forma de un inversor, normalmente formado al accionar un puente completo o medio, como conocerá el experto en la materia.

El controlador del transmisor de potencia 301 puede variar específicamente el nivel de potencia de la señal de accionamiento y, en consecuencia, el nivel de la señal de transferencia de potencia generada (normalmente cambiando un voltaje, corriente o frecuencia de la señal de accionamiento).

50 Para recibir y transmitir datos y mensajes desde/hacia el receptor de potencia 105, el transmisor de potencia 101 comprende un comunicador 303 que está dispuesto para transmitir y recibir datos y mensajes del receptor de potencia 105 (como apreciará el experto en la materia, un mensaje de datos puede proporcionar uno o más bits de información). En el ejemplo, el receptor de potencia 105 está dispuesto para modular la carga de la señal de transferencia de potencia generada por la bobina transmisora 103, y el comunicador 303 está dispuesto para detectar variaciones en el voltaje y/o la corriente de la bobina transmisora 103 y para demodular la modulación de carga basada en los mismos. El comunicador 303 puede además estar dispuesto para controlar el controlador del transmisor de potencia 301 para modular la señal de transferencia de potencia para transmitir mensajes al receptor de potencia (por ejemplo, usando modulación de amplitud o frecuencia)

60 En algunas realizaciones, la comunicación se puede realizar usando un canal de comunicación separado que se puede lograr usando una bobina de comunicación separada, o de hecho usando la bobina transmisora 103. Por ejemplo, en algunas realizaciones se puede implementar la Comunicación de campo cercano o se puede superponer una portadora de alta frecuencia (por ejemplo, con una frecuencia de portadora de 13,56 MHz) sobre la señal de transferencia de potencia.

El experto en la materia conocerá los principios y enfoques comúnmente utilizados para la comunicación de datos en sistemas inalámbricos de transferencia de potencia (como, por ejemplo, en los sistemas inalámbricos de transferencia de potencia Qi) y, por lo tanto, estos no se describirán con mayor detalle.

El transmisor de potencia 101 comprende además un negociador 305 que está dispuesto para negociar el nivel de potencia garantizado con el receptor de potencia 105 antes de la fase de transferencia de potencia.

Además, el transmisor de potencia 101 comprende un determinante 307 que durante la fase de transferencia de potencia determina dinámicamente el nivel de potencia disponible para la señal de transferencia de potencia.

El determinante 307 y el negociador 305 están acoplados a un controlador de potencia 309 que está dispuesto para controlar el controlador del transmisor de potencia 301 para establecer el nivel de potencia de la señal de transferencia de potencia de forma adecuada. Durante la fase de transferencia de potencia, el controlador del transmisor de potencia 301 controla el nivel de potencia de la señal de transferencia de potencia en respuesta a los mensajes de control de potencia recibidos desde el receptor de potencia 105. Por lo tanto, el transmisor de potencia 101 y el receptor de potencia 105 establecen un bucle de control de potencia durante la fase de transferencia de potencia.

Durante la fase de transferencia de potencia, se permite que el controlador de potencia 309 aumente el nivel de potencia por encima del nivel mínimo garantizado en respuesta a los mensajes de control de potencia. Por lo tanto, si el receptor de potencia 105 sigue transmitiendo solicitudes de aumento de potencia a pesar de que la señal de transferencia de potencia ya tiene un nivel de potencia que excede el nivel de potencia garantizado, el controlador de potencia 309 todavía aumenta el nivel de potencia de la señal de transferencia de potencia.

El controlador de potencia 309 está dispuesto además para reducir el nivel de potencia si se detecta que el nivel de potencia excede el nivel de potencia disponible. Esto se hace independientemente de los mensajes de control de potencia recibidos desde el receptor de potencia 105 (en muchas realizaciones después de un retraso adecuado para permitir que el receptor de potencia ajuste el punto de funcionamiento usando el bucle de control de potencia). Por lo tanto, incluso si el receptor de potencia 105 transmite solicitudes para que se proporcione un aumento de potencia, el controlador de potencia 309 todavía procede a reducir el nivel de potencia de la señal de transferencia de potencia (normalmente hasta que cae al nivel de potencia disponible, aunque en algunas realizaciones el controlador de potencia 309 puede estar dispuesto para reducir aún más el nivel de potencia para proporcionar un margen después de que se haya detectado una situación de exceso de potencia).

El transmisor de potencia de la figura 3 admite de este modo el enfoque descrito con anterioridad y permite que el receptor de potencia 105 extraiga potencia que excede el nivel acordado y garantizado, pero aún procede a limitar la potencia al nivel de potencia disponible.

La figura 4 ilustra un ejemplo de algunos elementos del receptor de potencia 105 de la figura 1.

La bobina receptora 107 está acoplada a un controlador del receptor de potencia 401 que acopla la bobina receptora 107 a una carga 403. El controlador del receptor de potencia 401 incluye una vía de control de potencia que convierte la potencia extraída por la bobina receptora 107 en un suministro adecuado para la carga 403. Además, el controlador del receptor de potencia 401 puede incluir varias funciones del controlador del receptor de potencia necesarias para realizar la transferencia de potencia y, en particular, las funciones necesarias para realizar la transferencia de potencia según las especificaciones Qi.

Para admitir la comunicación entre el receptor de potencia 105 y el transmisor de potencia 101, el receptor de potencia 105 comprende un comunicador del receptor de potencia 405. El comunicador del receptor de potencia 405 comprende la funcionalidad requerida para admitir la comunicación con el comunicador 303 del transmisor de potencia 101.

El receptor de potencia 105 comprende además un negociador de receptor 407 que está dispuesto para negociar el nivel de potencia garantizado con el transmisor de potencia 101.

El receptor de potencia 105 también comprende un controlador de potencia del receptor 409 que está dispuesto para transmitir mensajes de control de potencia al transmisor de potencia 101 estableciendo de este modo el bucle de control de potencia. En el ejemplo, el controlador de potencia del receptor 409 mide la potencia disipada en la carga 403 y genera los mensajes de solicitud de potencia correspondientes.

En el ejemplo, el controlador de potencia del receptor 409 está dispuesto para transmitir mensajes de control de potencia que solicitan un aumento en el nivel de potencia por encima del nivel mínimo garantizado. Por lo tanto, aunque el nivel de potencia recibido puede exceder el nivel acordado entre el transmisor de potencia y el receptor de potencia, el receptor de potencia todavía puede buscar aumentar la potencia más allá de eso.

Por lo tanto, el receptor de potencia de la figura 4 admite el enfoque descrito con anterioridad y puede extraer específicamente una potencia superior a la acordada y garantizada por el transmisor de potencia.

5 Se apreciará que el transmisor de potencia 101 puede aplicar diferentes enfoques para determinar el nivel de potencia garantizado en diferentes realizaciones y escenarios. En muchas realizaciones, puede aplicarse para asegurar que el nivel de potencia garantizado no está demasiado cerca de la potencia posible para asegurar que el nivel de potencia garantizado siempre puede proporcionarse. Una ventaja particular del enfoque actual es que puede establecerse un margen mayor del nivel de potencia garantizado con respecto a la potencia posible que si no se utiliza el enfoque, ya que el enfoque actual permite respaldar el funcionamiento por encima del nivel de potencia garantizado (es decir, puede seleccionarse un nivel inferior del nivel de potencia garantizado).

De hecho, en los enfoques en los que el funcionamiento se limita a niveles de potencia por debajo del nivel de potencia garantizado, es fundamental que ese límite se establezca lo más alto posible. Esto tiende a resultar en un ajuste crítico. Sin embargo, en el enfoque actual, se puede adoptar un enfoque más conservador y el nivel de potencia garantizado puede mantenerse por debajo de un nivel más bajo en relación con la potencia posible. Dado que los niveles reales de potencia aplicados y admitidos pueden superar el nivel de potencia garantizado, la maximización del nivel de potencia garantizado es mucho menos crítica.

En muchas realizaciones, el transmisor de potencia puede disponerse para determinar que la potencia garantizada no supere el 70 % del nivel de potencia máximo posible, es decir, de la potencia posible. Por tanto, en tales realizaciones, el negociador 305 está dispuesto para rechazar cualquier solicitud de un nivel de potencia garantizado que exceda el 70 % de la potencia posible pero para aceptar cualquier solicitud por debajo de este valor. En otras realizaciones, el margen puede ser, por ejemplo, del 50 %.

En muchas realizaciones, el negociador 305 puede imponer además un nivel mínimo sobre el nivel de potencia garantizado, por ejemplo, en muchas realizaciones, el nivel de potencia garantizado puede establecerse en 5W como nivel mínimo.

De manera similar, se apreciará que el determinante 307 puede utilizar diferentes enfoques para determinar el nivel de potencia disponible. En particular, se pueden considerar diferentes parámetros de funcionamiento en diferentes realizaciones.

En algunas realizaciones, el detector 213 puede determinar el nivel de potencia disponible en función de la temperatura de un componente del transmisor de potencia o por ejemplo en función de la temperatura ambiente. Por ejemplo, se puede medir la temperatura de la carcasa o la temperatura de los transistores de conmutación de salida de un inversor que genera la señal de accionamiento. La temperatura medida puede luego convertirse en un nivel de potencia disponible máximo aceptable. Por ejemplo, durante una fase de diseño/fabricación, se puede determinar una relación entre la temperatura y los niveles de potencia aceptables. Por ejemplo, esta función puede almacenarse en una tabla de búsqueda en el transmisor de potencia y luego utilizarse durante la fase de transferencia de potencia para convertir la temperatura medida en un nivel de potencia disponible.

De manera adicional o alternativa, el nivel de potencia disponible puede determinarse basándose en un voltaje o corriente de entrada que se puede proporcionar al inversor. Esto puede ser útil, por ejemplo, si el transmisor de potencia funciona con batería y puede, por ejemplo, permitir que el nivel de potencia disponible disminuya gradualmente a medida que se descarga la batería.

Como otro ejemplo, el nivel de potencia disponible puede determinarse (al menos parcialmente) basándose en una condición de EMC. Por ejemplo, el transmisor de potencia puede funcionar en un entorno donde la señal de potencia interfiere con otras aplicaciones que utilizan la misma frecuencia. En dicho caso, el transmisor de potencia puede querer evitar esa frecuencia o limitar la amplitud de la señal de potencia si la otra aplicación está activa. El transmisor de potencia puede estar dispuesto para variar la frecuencia de funcionamiento para controlar la amplitud de la señal de potencia, por ejemplo, generar una gran amplitud usando una frecuencia de funcionamiento cercana a la resonancia y una pequeña amplitud usando una frecuencia operativa relativamente alejada de la resonancia. Si la frecuencia de funcionamiento del otro aparato está cerca de la frecuencia de resonancia del transmisor de potencia, el transmisor de potencia puede mantenerse alejado de la frecuencia de resonancia si la otra aplicación está activa.

Otro ejemplo es limitar la corriente suministrada a la bobina (103) para evitar una situación de sobrevoltaje en el receptor de potencia. En caso de que el acoplamiento entre las bobinas 103 y 107 sea relativamente débil, la señal de potencia debe ser relativamente grande para lograr una transferencia de potencia suficiente. Si en esa situación, el acoplamiento repentinamente se vuelve más fuerte (por ejemplo, el usuario ajusta la posición del receptor de potencia), el voltaje inducido en el receptor de potencia puede aumentar repentinamente.

En muchas realizaciones, la determinación del nivel de potencia disponible se basa únicamente en las condiciones de funcionamiento del transmisor de potencia 101. Por lo tanto, el valor refleja los parámetros de funcionamiento del

transmisor de potencia 101, y el nivel de potencia disponible refleja específicamente el nivel de potencia que puede proporcionar el transmisor de potencia 101 en esas condiciones.

Por lo tanto, en muchas realizaciones, el detector 213 puede determinar el nivel de potencia disponible sin depender de condiciones variables en el receptor de potencia. En muchas realizaciones, el determinante 307 está dispuesto para determinar el nivel de potencia disponible sin comunicarse con el receptor de potencia. Por lo tanto, los datos de entrada que se utilizan para determinar el nivel de potencia disponible pueden ser determinados por el propio transmisor de potencia y relacionarse con el mismo, y ninguno de los datos de entrada puede relacionarse con las condiciones variables del receptor de potencia. De hecho, una ventaja sustancial del enfoque es que el nivel de potencia variable disponible que controla la potencia que puede proporcionarse puede cambiarse dinámica y unilateralmente sin requerir comunicación, y en particular negociación, con el receptor de potencia. De hecho, el enfoque puede evitar el retraso y la complejidad, por ejemplo, de negociaciones o comunicaciones complejas entre el transmisor de potencia y el receptor de potencia.

En diferentes realizaciones, los niveles de potencia pueden estar relacionados con diferentes puntos en la vía de transferencia de potencia. Por ejemplo, en algunas realizaciones, los niveles de potencia (el nivel de potencia garantizado, el nivel de potencia disponible y el nivel de potencia posible) pueden ser niveles de potencia de la señal de accionamiento o de la señal de transferencia de potencia. Sin embargo, en muchas realizaciones, los niveles de potencia pueden estar relacionados con la potencia de salida del receptor de potencia, es decir, con la potencia proporcionada a la carga 403 del receptor de potencia 105.

Los niveles de potencia en diferentes puntos de la vía se pueden relacionar/convertir entre sí considerando las propiedades del receptor de potencia, el transmisor de potencia y las condiciones actuales. Por ejemplo, un receptor de potencia de referencia y una configuración de referencia pueden ser utilizados por un transmisor de potencia 101 para estimar el nivel de potencia de la señal de accionamiento con el fin de proporcionar un nivel de potencia garantizado o un nivel de potencia disponible correspondiente a un nivel de potencia específico en el receptor. Se apreciará que la referencia a los niveles de potencia puede referirse a los niveles de potencia en cualquier punto adecuado en la vía de transferencia de potencia. Por ejemplo, una referencia a que el transmisor de potencia puede proporcionar un determinado nivel de potencia disponible incluye que el transmisor de potencia puede generar la señal de accionamiento/señal de transferencia de potencia para dar como resultado el nivel de potencia determinado en la salida del receptor de potencia si esta es la referencia utilizada.

En muchas realizaciones, el transmisor de potencia 101 puede estar dispuesto para determinar y aplicar el nivel de potencia disponible localmente sin comunicarlo al receptor de potencia 105. En esas realizaciones, el receptor de potencia 105 puede estar dispuesto simplemente para continuar solicitando aumentos de potencia cuando se desee a pesar de que esté por encima del nivel de potencia garantizado (por ejemplo, a menos que supere el nivel de potencia garantizado en un cierto margen). El transmisor de potencia puede disponerse para monitorear el nivel de potencia generado de la señal de transferencia de potencia y compararlo con el nivel de potencia disponible. Si el nivel de potencia actual supera el nivel de potencia disponible, el controlador de potencia 309 procede a reducir el nivel de la señal de transferencia de potencia, independientemente de que el receptor de potencia 105 solicite un aumento o no. Por lo tanto, en este ejemplo, el receptor de potencia 105 puede funcionar y controlar el control de potencia a menos que el nivel de potencia aumente por encima del nivel de potencia disponible, en cuyo caso el transmisor de potencia 101 asume el control y limita el nivel de potencia.

Un ejemplo de una operación de este tipo se proporciona en la figura 5 que muestra el nivel de potencia posible PP, el nivel de potencia garantizado GP y el nivel de potencia disponible AP. En el ejemplo, el nivel de potencia disponible varía de manera que desciende durante parte de la fase de transferencia de potencia, después de la cual vuelve al nivel original. La figura 5 ilustra además la potencia DP suministrada o real. Inicialmente, el receptor de potencia solicita un aumento de potencia hasta alcanzar un nivel estático que, en el caso específico, está por encima del nivel de potencia garantizado pero por debajo del nivel de potencia disponible. Sin embargo, cuando el nivel de potencia disponible cae, la potencia suministrada/real ahora excede el nivel de potencia disponible. Eso es detectado por el transmisor de potencia 101 que procede a reducir la potencia suministrada para no exceder el nuevo nivel de potencia más bajo disponible. Eso se hace a pesar de que el receptor de potencia 105 solicita continuamente aumentos de potencia para volver al nivel de potencia más alto deseado.

En algún punto, el nivel de potencia disponible vuelve a su nivel original. El transmisor de potencia 101 ahora procede a reaccionar a los mensajes de control de potencia recibidos y, en consecuencia, aumenta el nivel de potencia en respuesta a las solicitudes de aumento de potencia recibidas hasta que el escenario se estabiliza de nuevo en el nivel más alto (que ahora está por debajo del nivel de potencia disponible).

En muchas realizaciones, el comunicador 303 está dispuesto para comunicar el nivel de potencia disponible al receptor de potencia, y específicamente el comunicador 303 puede comunicar el nuevo valor del nivel de potencia disponible siempre que esto cambie.

Por lo tanto, el receptor de potencia puede recibir información del nivel de potencia disponible y, en consecuencia, puede recibir información tanto sobre el nivel de potencia mínimo garantizado para toda la transferencia de potencia como sobre el nivel de potencia que puede proporcionarse actualmente pero que no está garantizado.

5 En dichas realizaciones, el receptor de potencia puede mantener el control de la gestión de potencia, que incluye permitir que el nivel de potencia aumente por encima del nivel de potencia garantizado mientras lo limita para que no supere el nivel de potencia disponible.

10 Específicamente, el comunicador receptor 405 puede recibir información del nivel de potencia disponible desde el transmisor de potencia. El controlador de potencia del receptor 409 puede transmitir mensajes de control de potencia solicitando un aumento en el nivel de potencia por encima del nivel mínimo garantizado, lo que genera que la potencia suministrada supere el nivel de potencia garantizado. Sin embargo, si se detecta que el nivel de potencia supera el nivel de potencia disponible, probablemente el controlador de potencia del receptor 409 ya no transmita mensajes de aumento de potencia, sino que procederá a solicitar que se reduzca la potencia (hasta que esté por
15 debajo del nivel de potencia disponible).

Un ejemplo de un funcionamiento de este tipo se proporciona en la figura 6 que corresponde al ejemplo de la figura 5, excepto que la reducción del nivel de potencia suministrado debido al nivel de potencia disponible reducido se logra mediante el receptor de potencia que solicita reducciones de potencia y mantiene el nivel de potencia más bajo durante el intervalo en el que se reduce el nivel de potencia disponible.
20

En dicho ejemplo, el transmisor de potencia 101 puede transmitir en consecuencia la información de cambios en el nivel de potencia disponible y el receptor de potencia 105 puede estar dispuesto para adaptar sus solicitudes de potencia y el nivel de potencia deseado en respuesta a los cambios en el nivel de potencia disponible.
25

En muchas realizaciones, se puede utilizar un enfoque combinado en donde el nivel de potencia disponible se comunica al receptor de potencia que procede a controlar el nivel de potencia consecuentemente. Sin embargo, si el transmisor de potencia 101 detecta que el receptor de potencia 105 no adapta las solicitudes de potencia para dar como resultado un nivel de potencia por debajo del nivel de potencia disponible, el transmisor de potencia 101 asume el control y reduce la potencia unilateralmente.
30

Por ejemplo, cuando se reduce el nivel de potencia disponible, esto se puede comunicar al receptor de potencia 105. Se espera entonces que el receptor de potencia 105 reaccione y reduzca el nivel de potencia por debajo del nivel de potencia disponible. El sistema puede permitir que esta reducción sea gradual (de hecho, el tiempo de reacción del bucle de control de potencia evita que este cambio sea instantáneo (por ejemplo, debido a la baja frecuencia de los mensajes)).
35

Sin embargo, si el receptor de potencia 105 no reacciona dentro de un tiempo determinado, el transmisor de potencia 101 procede a tomar el control y reducir el nivel de potencia por debajo del nivel de potencia disponible, independientemente de los mensajes de control de potencia recibidos. Por consiguiente, dicho enfoque puede permitir que el receptor de potencia 105 se adapte y mantenga el control mientras permite que el transmisor de potencia 101 realice una operación de protección para asegurar que la potencia se reduce en todas las situaciones.
40

Por lo tanto, en tales realizaciones combinadas, el controlador de potencia 309 está dispuesto para reducir el nivel de potencia, independientemente del mensaje de control de potencia si el nivel de potencia de la señal de nivel de potencia supera el nivel de potencia disponible durante más tiempo que un intervalo de tiempo de retraso determinado mientras funciona en respuesta a los mensajes de control de potencia recibidos dentro del intervalo de tiempo de retraso.
45

La duración exacta del intervalo de tiempo de retraso dependerá de las preferencias y requisitos de la realización individual. Sin embargo, en muchas realizaciones, normalmente se encuentran funcionamientos y compensaciones particularmente ventajosas para un intervalo de tiempo de retraso entre 1 y 10 segundos.
50

Un ejemplo de un funcionamiento de este tipo se proporciona en la figura 7 que corresponde al ejemplo de la figura 6. Sin embargo, además del escenario en donde el receptor de potencia reacciona como se describe con referencia a la figura 6, la figura 7 también muestra un ejemplo del nivel de potencia 701 en el caso donde el receptor de potencia no reacciona al cambio en el nivel de potencia. Como se ilustra, después de un intervalo de tiempo de retraso T_d , el transmisor de potencia 101 asume el control y reduce el nivel de potencia suministrada por debajo del nuevo valor del nivel de potencia disponible. Además, cuando esto vuelve al nivel original, se permite que el nivel de potencia aumente en consecuencia.
55
60

En diferentes realizaciones, pueden usarse diferentes enfoques para comunicar los niveles de potencia y, en particular, el nivel de potencia disponible. Sin embargo, en muchas realizaciones, el comunicador 309 está dispuesto para comunicar el nivel de potencia disponible como un valor relativo con respecto al nivel de potencia de la señal de transferencia de potencia. Por lo tanto, en lugar de proporcionar un nivel de potencia absoluto, como una cantidad
65

de vatios disponibles, el sistema utiliza un valor relativo y, por lo tanto, indica cómo se puede cambiar el valor con respecto a la referencia.

Por ejemplo, durante la transferencia de potencia, el transmisor de potencia puede transmitir una indicación al receptor de potencia de que el nivel de potencia disponible es un 50 % más alto que el nivel de potencia actual. Esto puede indicar directamente al receptor de potencia que es posible aumentar el nivel de extracción de potencia en un 50 % y puede proceder utilizando esta información y valor para el nivel de potencia disponible. Sin embargo, una ventaja particular es que el receptor de potencia no necesita convertir o traducir este valor dependiendo de la parte de la vía de potencia a la que se refiera. De hecho, el enfoque puede permitir que el transmisor de potencia realice una determinación relativa local de cuánto se puede cambiar el nivel de potencia. Suponiendo una relación suficientemente lineal (por ejemplo, con respecto a las pérdidas), el receptor de potencia puede aplicar directamente este cambio relativo a su valor local para determinar el nivel de potencia disponible adecuado.

Este enfoque tiene la ventaja de que el nivel de potencia disponible comunicado es relativo y adimensional. El transmisor de potencia puede determinarlo basándose en cualquier valor que pueda restringir la entrega de potencia y puede reflejar con mayor precisión la situación real, porque no se necesita traducción desde una referencia.

Se apreciará que en algunos escenarios, el nivel de potencia disponible puede, por ejemplo, proporcionarse como un valor relativo con respecto a, por ejemplo, un nivel de potencia disponible anterior o el nivel de potencia garantizado.

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

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

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

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

REIVINDICACIONES

1. Un transmisor de potencia (101) para proporcionar potencia de forma inalámbrica a un receptor de potencia (105) a través de una señal de transferencia de potencia inductiva; el transmisor de potencia (101) comprende:

un comunicador (309) configurado para comunicarse con el receptor de potencia (105);
un negociador (305) configurado para negociar un nivel de potencia garantizado con el receptor de potencia (105) antes de una fase de transferencia de potencia, el nivel de potencia garantizado es un nivel de potencia mínimo garantizado por el transmisor de potencia (101) durante toda la fase de transferencia de potencia; el transmisor de potencia está caracterizado porque comprende además:

un determinante (307) configurado para, durante la fase de transferencia de potencia, determinar dinámicamente un nivel de potencia disponible máximo aceptable para la señal de transferencia de potencia en respuesta a un parámetro de funcionamiento del transmisor de potencia (101), el nivel de potencia disponible máximo aceptable es un nivel de potencia que puede actualmente estar proporcionado por el transmisor de potencia (101) pero que no está garantizado para la fase de transferencia de potencia;
un controlador de potencia (309) configurado para controlar un nivel de potencia de la señal de transferencia de potencia durante la fase de transferencia de potencia en respuesta a los mensajes de control de potencia recibidos desde el receptor de potencia (105);

en donde el controlador de potencia (309) está dispuesto para, durante la fase de transferencia de potencia, aumentar el nivel de potencia por encima del nivel mínimo garantizado en respuesta a los mensajes de control de potencia, y para reducir el nivel de potencia independientemente de los mensajes de control de potencia en respuesta a una detección de que el nivel de potencia excede el nivel de potencia disponible máximo aceptable.

2. El transmisor de potencia (101) de la reivindicación 1, en donde el comunicador (303) está dispuesto para comunicar el nivel de potencia disponible máximo aceptable al receptor de potencia.

3. El transmisor de potencia (101) de la reivindicación 2, en donde el comunicador (303) está dispuesto para comunicar un nuevo valor del nivel de potencia disponible máximo aceptable al receptor de potencia (105) cuando el determinante (307) determina un nivel de potencia disponible modificado.

4. Transmisor de potencia (101) de cualquiera de las reivindicaciones 2 y 3, en donde el comunicador (303) está dispuesto para comunicar el nivel de potencia disponible máximo aceptable como un valor relativo con respecto al nivel de potencia de la señal de transferencia de potencia.

5. El transmisor de potencia (101) de cualquier reivindicación anterior, en donde el controlador de potencia (309) está dispuesto para retrasar el paso de reducir el nivel de potencia independientemente del mensaje de control de potencia hasta que el nivel de potencia de la señal de transferencia de potencia haya superado el nivel de potencia disponible máximo aceptable durante más de un intervalo de tiempo de retraso.

6. El transmisor de potencia (101) de la reivindicación 5, en donde el intervalo de tiempo de retraso no es inferior a 0,5 segundos ni superior a 10 segundos.

7. El transmisor de potencia (101) de cualquier reivindicación anterior, en donde el parámetro de funcionamiento es al menos de:

una temperatura de un componente del transmisor de potencia (101);
una temperatura ambiente.

8. El transmisor de potencia (101) de cualquier reivindicación anterior, en donde el negociador (305) está dispuesto para negociar el nivel de potencia garantizado basándose en las propiedades de un receptor de potencia de referencia.

9. El transmisor de potencia (101) de cualquier reivindicación anterior, en donde el nivel de potencia garantizado es independiente de las condiciones de funcionamiento durante la transferencia de potencia.

10. El transmisor de potencia (101) de cualquier reivindicación anterior, en donde el determinante (307) está dispuesto para determinar el nivel de potencia disponible máximo aceptable sin comunicarse con el receptor de potencia (105).

11. El transmisor de potencia (101) de cualquier reivindicación anterior, en donde el negociador (305) está dispuesto para determinar que la potencia garantizada no supere el 70 % de un nivel de potencia máximo posible para el transmisor de potencia (101).

12. Un receptor de potencia (105) para recibir potencia de forma inalámbrica desde un transmisor de potencia (101) a través de una señal de transferencia de potencia inductiva; el receptor de potencia (105) comprende:

un comunicador (405) configurado para comunicarse con el transmisor de potencia (101);

un negociador (407) configurado para negociar un nivel de potencia garantizado con el transmisor de potencia (101) antes de una fase de transferencia de potencia, el nivel de potencia garantizado es un nivel de potencia mínimo garantizado por el transmisor de potencia (101) durante toda la fase de transferencia de potencia; el receptor de potencia está caracterizado porque comprende además:

un controlador de potencia (409) configurado para transmitir mensajes de control de potencia al transmisor de potencia (101) para establecer un bucle de control de potencia; y

en donde el receptor de potencia está dispuesto para mantener una operación de transferencia de potencia durante la fase de transferencia de potencia a pesar de que el nivel de la señal de transferencia de potencia no cambia según los mensajes de control de potencia si el nivel de la señal de transferencia de potencia está por encima del nivel de potencia garantizado.

13. El receptor de potencia según la reivindicación 12, en donde el comunicador (405) está dispuesto para recibir un nivel de potencia disponible máximo aceptable desde el transmisor de potencia (101), el nivel de potencia disponible máximo aceptable es un nivel de potencia que puede ser proporcionado actualmente por el transmisor de potencia (101), pero que no está garantizado para la fase de transferencia de potencia; y el controlador de potencia (409) está dispuesto para, durante la fase de transferencia de potencia, transmitir mensajes de control de potencia solicitando un aumento en el nivel de potencia por encima del nivel mínimo garantizado y para transmitir mensajes de control de potencia solicitando una disminución en el nivel de potencia en respuesta a una detección de que el nivel de potencia excede el nivel de potencia disponible máximo aceptable.

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

comunicarse con el receptor de potencia (105); negociar un nivel de potencia garantizado con el receptor de potencia (105) antes de una fase de transferencia de potencia, el nivel de potencia garantizado es un nivel de potencia mínimo garantizado por el transmisor de potencia (101) durante toda la fase de transferencia de potencia; el método está caracterizado porque comprende además:

determinar dinámicamente, durante la fase de transferencia de potencia, un nivel de potencia disponible máximo aceptable para la señal de transferencia de potencia en respuesta a un parámetro de funcionamiento del transmisor de potencia (101), el nivel de potencia disponible máximo aceptable es un nivel de potencia que actualmente puede estar proporcionado por el transmisor de potencia (101) pero que no está garantizado para la fase de transferencia de potencia;

controlar un nivel de potencia de la señal de transferencia de potencia durante la fase de transferencia de potencia en respuesta a los mensajes de control de potencia recibidos desde el receptor de potencia (105);

en donde el control del nivel de potencia comprende, durante la fase de transferencia de potencia, aumentar el nivel de potencia por encima del nivel mínimo garantizado en respuesta a los mensajes de control de potencia, y reducir el nivel de potencia independientemente de los mensajes de control de potencia en respuesta a una detección de que el nivel de potencia excede el nivel de potencia disponible máximo aceptable.

15. Un método de funcionamiento para un receptor de potencia (105) que recibe potencia de forma inalámbrica desde un transmisor de potencia (101) a través de una señal de transferencia de potencia inductiva; el método comprende:

comunicarse con el transmisor de potencia (101); negociar un nivel de potencia garantizado con el transmisor de potencia (101) antes de una fase de transferencia de potencia, el nivel de potencia garantizado es un nivel de potencia mínimo garantizado por el transmisor de potencia (101) durante toda la fase de transferencia de potencia; el método está caracterizado porque comprende además:

transmitir mensajes de control de potencia al transmisor de potencia (101) para establecer un bucle de control de potencia; y

mantener una operación de transferencia de potencia durante la fase de transferencia de potencia a pesar de que el nivel de la señal de transferencia de potencia no cambia según los mensajes de control de potencia si el nivel de la señal de transferencia de potencia está por encima del nivel de potencia garantizado.

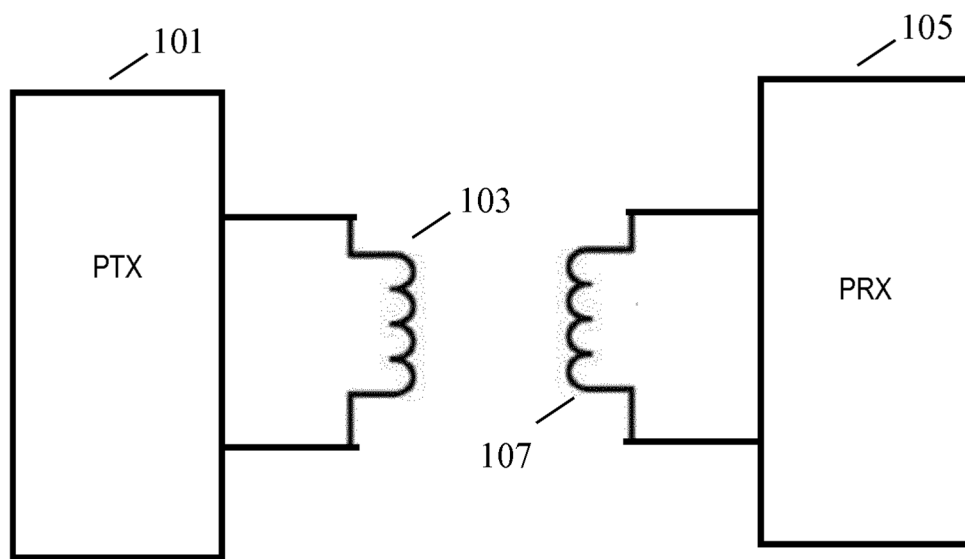


FIG. 1

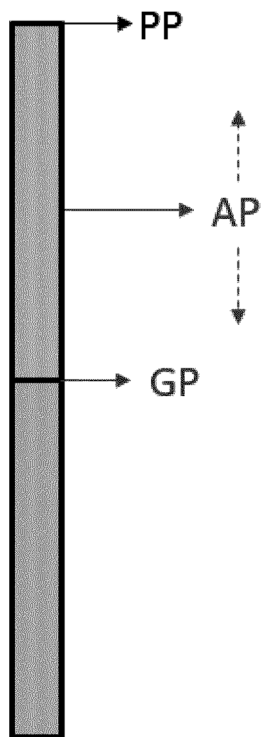


FIG. 2

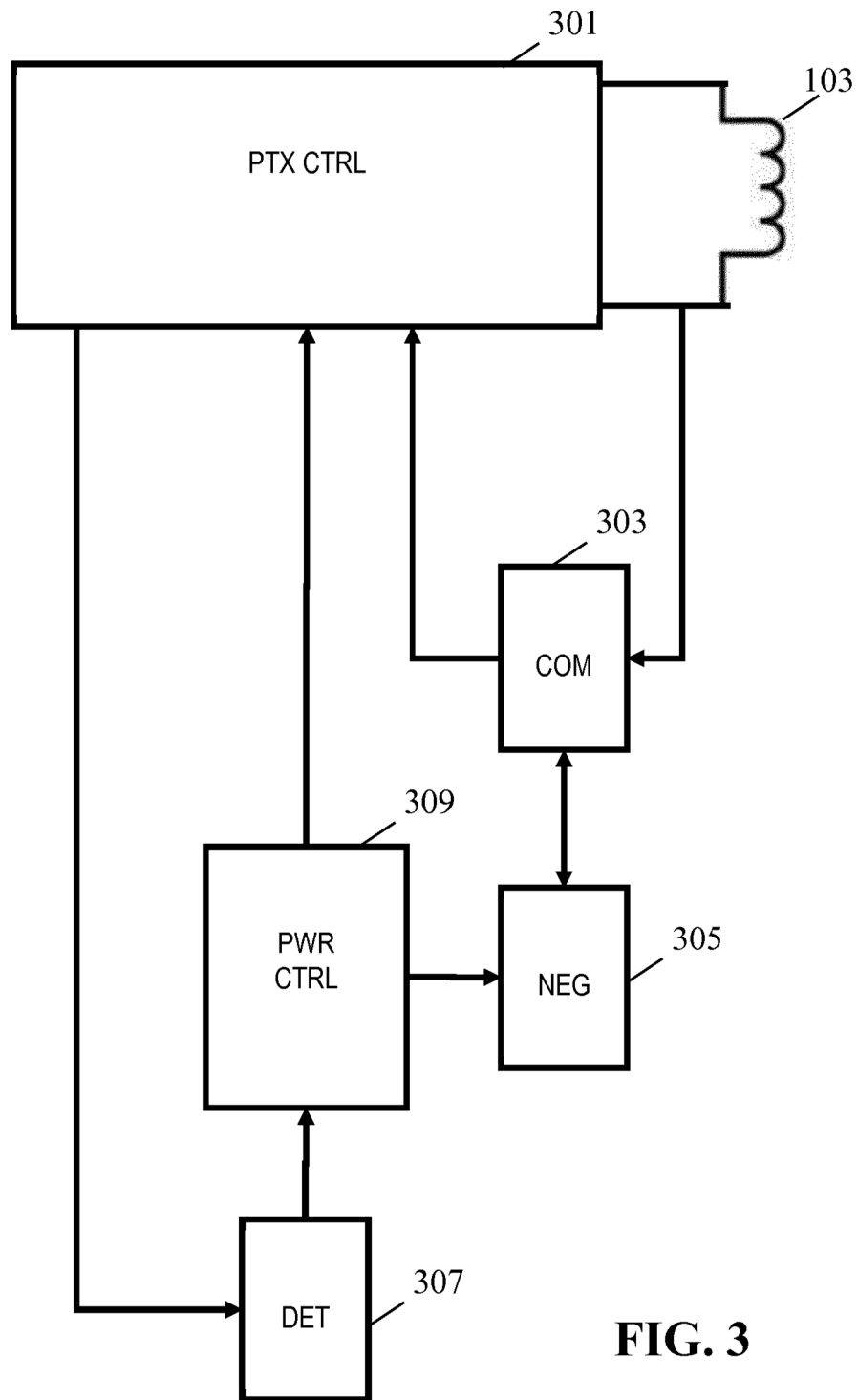


FIG. 3

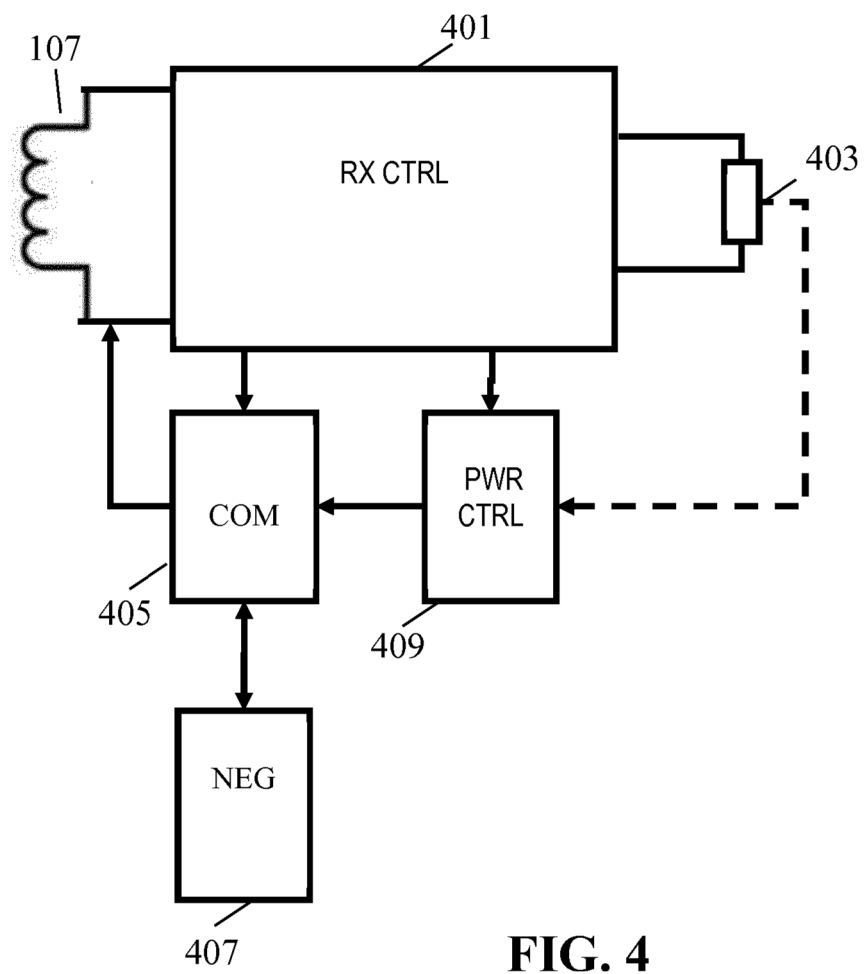


FIG. 4

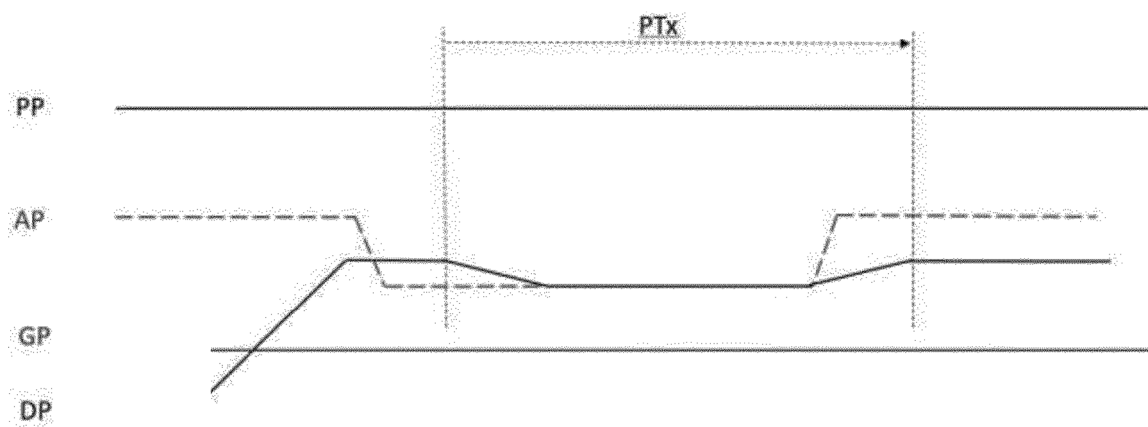


FIG. 5

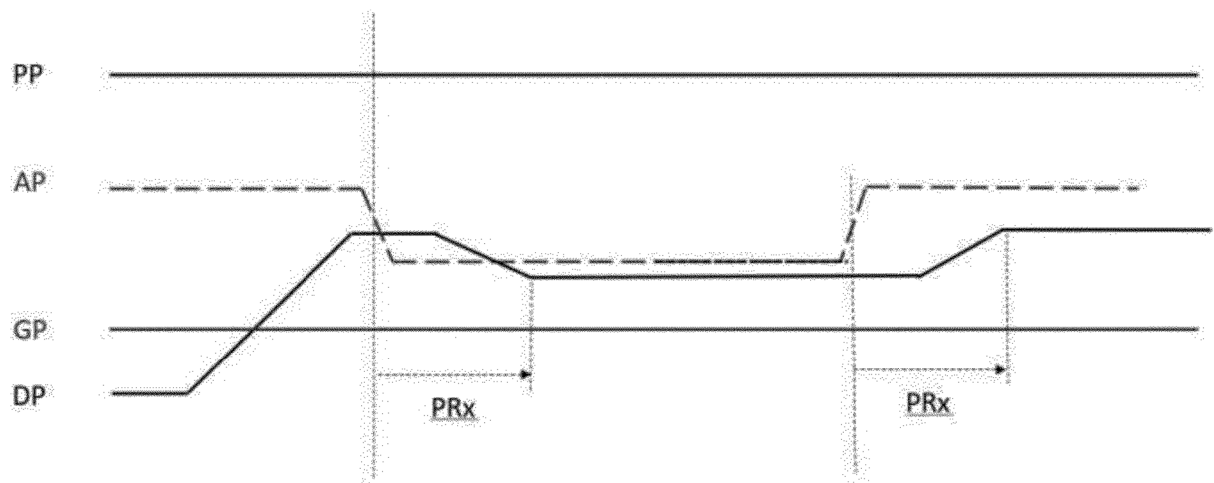


FIG. 6

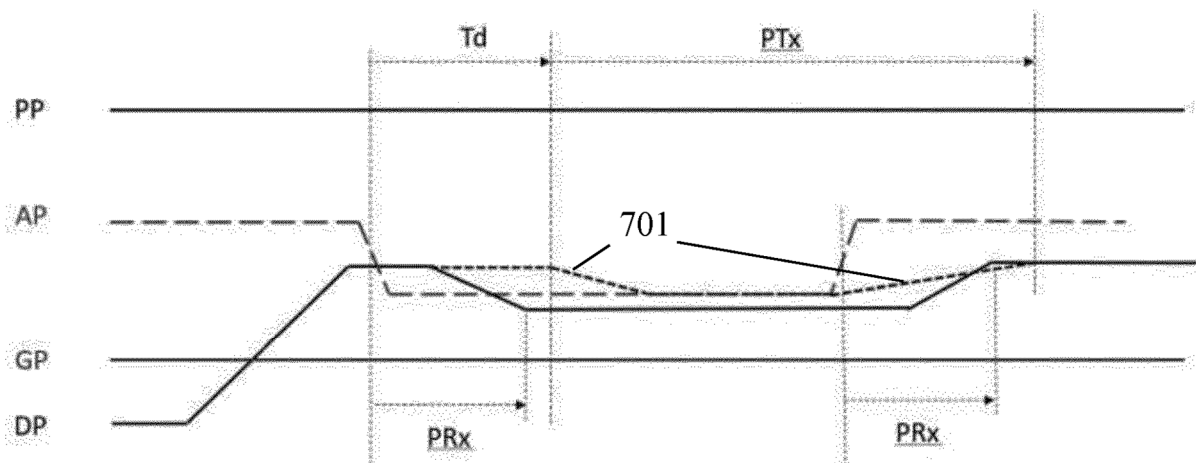


FIG. 7