

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 000 066**

51 Int. Cl.:

H02J 50/10 (2006.01)

H02J 50/80 (2006.01)

H02J 50/12 (2006.01)

H04B 5/00 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.04.2022** **PCT/EP2022/059975**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.11.2022** **WO22228902**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.04.2022** **E 22722791 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2024** **EP 4331078**

54 Título: **Transferencia de potencia inalámbrica**

30 Prioridad:

28.04.2021 EP 21170845

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.02.2025

73 Titular/es:

KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.00%)
High Tech Campus 52
5656 AG Eindhoven, NL

72 Inventor/es:

LULOFS, KLAAS JAKOB;
DRAAK, JOHANNES WILHELMUS y
LEBENS, PASCAL LEONARD MARIA THEODOOR

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 3 000 066 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Transferencia de potencia inalámbrica

5 Campo de la invención

La invención se refiere a la transferencia de potencia inalámbrica y en concreto, pero no exclusivamente, a la transferencia de potencia de alto nivel de potencia, como por ejemplo para soportar electrodomésticos de cocina.

10

Antecedentes de la invención

La mayoría de los productos eléctricos actuales requieren un contacto eléctrico dedicado para poder 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. Normalmente, 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 da como resultado que un usuario normal tenga una gran cantidad 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 necesitarán recargarse (o reemplazarse). El uso de baterías también puede aumentar considerablemente el peso y potencialmente el coste y el tamaño de los dispositivos.

15

20

25

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

30

La transmisión de potencia por inducción magnética es un concepto bien conocido, aplicado principalmente en transformadores que tienen un acoplamiento estrecho entre un inductor/bobina transmisora primaria y una bobina receptora secundaria. Al separar la bobina transmisora primaria y la bobina receptora secundaria entre dos dispositivos, la transferencia de potencia inalámbrica entre estos se hace posible basándose en el principio de un transformador acoplado de forma flexible.

35

Una disposición de este tipo permite una transferencia de potencia inalámbrica al dispositivo sin necesidad de cables ni conexiones eléctricas físicas. De hecho, puede permitir simplemente colocar un dispositivo adyacente 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 sobre la que se puede colocar un dispositivo simplemente para alimentarlo.

40

Además, dichas disposiciones de transferencia de potencia inalámbrica pueden diseñarse de manera ventajosa de modo que el dispositivo transmisor de potencia pueda usarse con una variedad de dispositivos receptores de potencia. En concreto, se ha definido un planteamiento de transferencia de potencia inalámbrica, conocido como las especificaciones Qi, y actualmente se sigue desarrollando. Este planteamiento permite que los dispositivos transmisores de potencia que cumplen con las especificaciones Qi se usen con dispositivos receptores de potencia que también cumplen con las especificaciones Qi sin que estos tengan que ser del mismo fabricante ni estar dedicados entre sí. El estándar Qi incluye además algunas funciones que permiten adaptar el funcionamiento al dispositivo receptor de potencia específico (por ejemplo, en función del consumo de potencia específico).

45

50

Se proporcionan ejemplos de sistemas de transferencia de potencia inalámbrica en la patente europea EP 3 161 933B1 y el documento JP 2011 062008A.

55

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

60

El Consorcio de Potencia Inalámbrica, basándose en la especificación Qi, ha procedido a desarrollar la especificación Ki (también conocida como especificación de cocina Inalámbrica), cuyo objetivo es proporcionar una transferencia de potencia inalámbrica segura, fiable y eficiente a los electrodomésticos de cocina. Ki soporta niveles de potencia mucho más altos, hasta 2.2KW.

65

Para soportar una transferencia de potencia inalámbrica eficiente, los sistemas de transferencia de potencia inalámbrica, como los sistemas basados en Qi y Ki, utilizan una comunicación considerable entre el transmisor de potencia y el receptor de potencia. Inicialmente, Qi soportaba solamente la comunicación desde el receptor de potencia al transmisor de potencia utilizando modulación de carga de la señal de

transferencia de potencia. Sin embargo, los desarrollos del estándar han introducido la comunicación bidireccional y muchas funciones son soportadas por intercambios de comunicación entre el receptor de potencia y el transmisor de potencia. En muchos sistemas, la comunicación desde el transmisor de potencia al receptor de potencia se logra modulando la señal de transferencia de potencia.

Sin embargo, como esto tiende a ser menos adecuado para niveles de potencia más altos, los sistemas como Ki utilizan una funcionalidad de comunicación que es independiente de la señal de transferencia de potencia y que no utiliza la señal de transferencia de potencia como una portadora modulada por los datos. En concreto, la comunicación entre el transmisor de potencia y el receptor de potencia se puede lograr mediante un sistema de comunicación de corto alcance, como por ejemplo utilizando específicamente la tecnología de comunicación basada en NFC (Comunicación de Campo Cercano).

El uso de una funcionalidad de comunicación dedicada puede, en muchas situaciones, proporcionar un mejor rendimiento y, por ejemplo, proporcionar una comunicación más rápida con una mayor fiabilidad de comunicación y un impacto reducido en la transferencia de potencia en curso.

El receptor de potencia puede, en muchos modos de realización, incluir una funcionalidad de comunicación NFC que proporcione una función de comunicación similar a la de una tarjeta inteligente NFC sin contacto, que normalmente es un pequeño dispositivo para la comunicación sin contacto que utiliza un acoplamiento electromagnético entre una antena sintonizada de un lector y un circuito de resonancia de un receptor. En muchas situaciones, la tarjeta inteligente es un dispositivo pasivo alimentado por la señal inducida en el circuito de resonancia. De manera similar, la funcionalidad de comunicación NFC de un receptor de potencia puede ser alimentada por la portadora NFC en algunas situaciones, como durante el arranque.

Sin embargo, aunque el uso de una funcionalidad de comunicación dedicada, como NFC, puede proporcionar un rendimiento y un funcionamiento ventajosos en muchas situaciones, puede no ser óptimo en todas ellas. En muchas situaciones, la fiabilidad de la comunicación puede no ser perfecta, y la comunicación puede incluir algunos errores y/o puede ser necesario reducir considerablemente la velocidad de datos para lograr una velocidad de error binaria suficientemente baja.

Por lo tanto, un planteamiento de transferencia de potencia mejorado sería ventajoso, en concreto, sería ventajoso un planteamiento que permita una mayor flexibilidad, un menor coste, una menor complejidad, una operación de transferencia de potencia mejorada, una mayor fiabilidad, menores errores de comunicación, una comunicación mejorada y/o un rendimiento mejorado.

La patente europea EP 3 161 933 B1 describe un sistema de transferencia de potencia inalámbrica que emplea intervalos de tiempo de transferencia de potencia e intervalos de tiempo de comunicación en un marco de tiempo repetitivo.

Resumen de la invención

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

De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un transmisor de potencia para proporcionar de forma inalámbrica potencia a un receptor de potencia a través de una señal de transferencia de potencia inductiva; el transmisor de potencia que comprende: un circuito de salida que comprende una bobina transmisora dispuesta para generar la señal de transferencia de potencia en respuesta a una señal de accionamiento que se aplica al circuito de salida; un accionador dispuesto para generar la señal de accionamiento; un comunicador dispuesto para transmitir mensajes al receptor de potencia utilizando modulación de amplitud y para recibir mensajes desde el receptor de potencia utilizando modulación de carga; un controlador para controlar el accionador para generar la señal de accionamiento para aplicar un marco de tiempo repetitivo a la señal de transferencia de potencia que comprende al menos un intervalo de transferencia de potencia durante el cual la señal de transferencia de potencia está dispuesta para transferir potencia al receptor de potencia y al menos un intervalo de tiempo de comunicación durante el cual no se aplica ninguna señal de accionamiento al circuito de salida; y un sincronizador dispuesto para controlar el transmisor de potencia para transmitir al menos parte de un primer mensaje desde el transmisor de potencia al receptor de potencia durante un intervalo de tiempo de transferencia de potencia y para recibir un mensaje de respuesta desde el receptor de potencia durante un intervalo de tiempo de comunicación.

La invención puede proporcionar un rendimiento mejorado en muchos modos de realización y puede, en concreto, proporcionar en muchos modos de realización una comunicación mejorada entre un transmisor de potencia y un receptor de potencia, y puede proporcionar una transferencia de potencia mejorada en muchos modos de realización.

El planteamiento puede proporcionar un rendimiento mejorado al proporcionar un equilibrio mejorado entre la mitigación/prevención de interferencias y otros efectos desventajosos. Los inventores han comprobado que, si bien la interferencia de la señal de transferencia de potencia a la funcionalidad de comunicación puede ser desventajosa, no es necesario separar completamente la comunicación y la transferencia de potencia, sino que se puede lograr un rendimiento mejorado mediante una separación más cuidadosa que introduzca y aproveche asimetrías en la comunicación y la modulación para proporcionar un equilibrio mejorado entre la interferencia y el rendimiento de la comunicación y los impactos en la transferencia de potencia general, etc.

En muchos escenarios, el planteamiento puede permitir la mitigación y reducción de la interferencia de la operación de transferencia de potencia al tiempo que reduce el impacto en la transferencia de potencia. El planteamiento también puede, en muchos escenarios, proporcionar un ruido eléctrico mejorado y/o puede permitir un ruido mecánico reducido.

El planteamiento puede permitir que se reduzca la duración de los intervalos de tiempo de comunicación en los que no se alimenta/aplica ninguna señal de accionamiento al circuito de salida y puede reducir las interrupciones en la transferencia de potencia. En muchos modos de realización, dicha reducción se puede lograr sin un impacto inaceptable en el rendimiento de la comunicación y, de hecho, en muchas aplicaciones solo puede resultar en un impacto muy reducido en la fiabilidad de la comunicación. El planteamiento puede permitir cierta interferencia de la señal de transferencia de potencia a la comunicación, pero puede restringir dicha interferencia a una comunicación de amplitud más fiable al tiempo que garantiza que la comunicación que utiliza una modulación de carga menos fiable no pueda estar sujeta a interferencias de la señal de transferencia de potencia.

El comunicador puede estar dispuesto para transmitir mensajes al receptor de potencia utilizando modulación de amplitud de una portadora de comunicación generada por el comunicador. El comunicador puede estar dispuesto para recibir mensajes del receptor de potencia demodulando la modulación de carga de una portadora de comunicación generada por el comunicador. La portadora de comunicación es diferente a la señal de transferencia de potencia. La portadora de comunicación puede tener una frecuencia que es diferente a una frecuencia de la señal de accionamiento/señal de transferencia de potencia. La portadora de comunicación puede tener una frecuencia más alta, y a menudo no menor de 10, 100, 500 veces más alta, que una frecuencia (posiblemente máxima) de la señal de accionamiento/señal de transferencia de potencia.

El marco de tiempo repetitivo puede ser un marco de tiempo periódico. El marco de tiempo repetitivo puede tener una frecuencia/período de repetición fijo o variable. La señal de transferencia de potencia puede estar activa/encendida durante los intervalos de tiempo de transferencia de potencia e inactiva/apagada durante los intervalos de tiempo de comunicación. La señal de accionamiento puede estar activa/encendida durante los intervalos de tiempo de transferencia de potencia e inactiva/apagada durante los intervalos de tiempo de comunicación.

El sincronizador puede estar dispuesto para controlar el transmisor de potencia para transmitir al menos parte de un primer mensaje desde el transmisor de potencia al receptor de potencia durante un intervalo de tiempo de transferencia de potencia de un primer marco de tiempo repetitivo y para recibir un mensaje de respuesta desde el receptor de potencia durante un intervalo de tiempo de comunicación del primer marco de tiempo repetitivo.

El mensaje de respuesta puede ser un mensaje que responde al primer mensaje. El mensaje de respuesta puede ser un mensaje causado por el primer mensaje, y puede ser un mensaje de un conjunto de mensajes de los cuales el receptor de potencia requiere que se transmita al menos un mensaje en respuesta al primer mensaje. El mensaje de respuesta puede ser un mensaje de confirmación del receptor de potencia al primer mensaje.

El comunicador puede estar dispuesto para comunicarse con el receptor de potencia utilizando una portadora de comunicación diferente a la señal de transferencia de potencia.

El sincronizador puede estar dispuesto para controlar el aparato para transmitir al menos parte de un primer mensaje desde el transmisor de potencia al receptor de potencia durante un primer intervalo de tiempo de transferencia de potencia de un primer marco de tiempo repetitivo y para recibir un mensaje de respuesta desde el receptor de potencia durante un primer intervalo de tiempo de comunicación del primer marco de tiempo repetitivo.

El primer mensaje también puede denominarse mensaje de envío o mensaje de consulta.

De acuerdo con una característica opcional de la invención, el sincronizador está dispuesto para adaptar una temporización de transmisión del primer mensaje en respuesta a la propiedad de temporización del intervalo de tiempo de comunicación.

Esto puede proporcionar un rendimiento y/o funcionamiento mejorado en muchos modos de realización. La propiedad de temporización puede ser específicamente una hora de inicio, una hora de finalización y/o una duración de la transmisión del primer mensaje.

5

De acuerdo con una característica opcional de la invención, el sincronizador está dispuesto para adaptar una propiedad de temporización del intervalo de tiempo de comunicación.

10

Esto puede proporcionar un rendimiento y/o funcionamiento mejorado en muchos modos de realización. La propiedad de temporización puede ser específicamente una hora de inicio, una hora de finalización y/o la duración del intervalo de tiempo de comunicación.

15

En algunos modos de realización, el sincronizador está dispuesto para adaptar una propiedad de temporización del intervalo de tiempo de transferencia de potencia. La propiedad de temporización puede ser específicamente una hora de inicio, una hora de finalización y/o una duración del intervalo de tiempo de transferencia de potencia.

20

De acuerdo con una característica opcional de la invención, el sincronizador está dispuesto para adaptar al menos una de la temporización de la transmisión del primer mensaje y la propiedad de temporización del intervalo de tiempo de comunicación en respuesta a una propiedad del primer mensaje.

Esto puede proporcionar un rendimiento y/o funcionamiento mejorado en muchos modos de realización.

25

De acuerdo con una característica opcional de la invención, la propiedad del primer mensaje es al menos una de: una longitud del primer mensaje; y una propiedad de al menos un mensaje de respuesta predeterminado al primer mensaje.

30

De acuerdo con una característica opcional de la invención, la propiedad de temporización es una duración del intervalo de tiempo de comunicación.

Esto puede proporcionar un rendimiento y/o funcionamiento mejorado en muchos modos de realización.

35

De acuerdo con una característica opcional de la invención, el sincronizador está dispuesto para adaptar la duración en respuesta a una velocidad de comunicación para comunicar al menos uno del primer mensaje y el mensaje de respuesta.

Esto puede proporcionar un rendimiento y/o funcionamiento mejorado en muchos modos de realización.

40

De acuerdo con una característica opcional de la invención, el sincronizador está dispuesto para adaptar la propiedad de temporización en respuesta a una propiedad del mensaje de respuesta.

45

Esto puede proporcionar un rendimiento y/o funcionamiento mejorado en muchos modos de realización. La propiedad del segundo mensaje puede ser específicamente al menos una de las siguientes: duración de la transmisión y longitud del mensaje de respuesta.

50

De acuerdo con una característica opcional de la invención, el accionador es alimentado por una señal de suministro de potencia variable y el sincronizador está dispuesto para adaptar la propiedad de temporización en respuesta a una temporización de variaciones en la señal de suministro de potencia variable.

Esto puede proporcionar un rendimiento y/o funcionamiento mejorado en muchos modos de realización, y puede reducir específicamente el impacto de las interrupciones en la señal de transferencia de potencia.

55

De acuerdo con una característica opcional de la invención, el sincronizador está dispuesto para alinear un tiempo central del intervalo de tiempo de comunicación con un mínimo de señal para la señal de suministro de potencia variable.

60

Esto puede proporcionar un funcionamiento y/o rendimiento especialmente ventajoso en muchos modos de realización, y puede, por ejemplo, minimizar el impacto de las interrupciones en la señal de transferencia de potencia en algunos modos de realización, y puede, por ejemplo, proporcionar un mayor margen y robustez a las variaciones en, por ejemplo, un retraso en la respuesta del receptor de potencia.

De acuerdo con una característica opcional de la invención, la duración del intervalo de tiempo de comunicación no excede 1 mseg.

De acuerdo con una característica opcional de la invención, el sincronizador está dispuesto para terminar el intervalo de tiempo de comunicación en respuesta a una detección de un final del mensaje de respuesta.

Esto puede proporcionar un rendimiento y/o funcionamiento mejorado en muchos modos de realización.

De acuerdo con una característica opcional de la invención, el intervalo de tiempo de transferencia de potencia comprende un intervalo de apagado inmediatamente anterior al intervalo de tiempo de comunicación y el sincronizador está dispuesto para cronometrar una transmisión del primer mensaje para que se transmita al menos parcialmente durante el intervalo de apagado.

Esto puede proporcionar un rendimiento y/o funcionamiento mejorado en muchos modos de realización.

De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un método de funcionamiento para un transmisor de potencia que proporciona potencia de forma inalámbrica a un receptor de potencia a través de una señal de transferencia de potencia inductiva; el transmisor de potencia que comprende: un circuito de salida que comprende una bobina transmisora dispuesta para generar la señal de transferencia de potencia en respuesta a una señal de accionamiento que se aplica al circuito de salida; y el método que comprende: generar la señal de accionamiento; transmitir mensajes al receptor de potencia utilizando modulación de amplitud y recibir mensajes desde el receptor de potencia utilizando modulación de carga; controlar el accionador para generar la señal de accionamiento para aplicar un marco de tiempo repetitivo a la señal de transferencia de potencia que comprende al menos un intervalo de transferencia de potencia durante el cual la señal de transferencia de potencia está dispuesta para transferir potencia al receptor de potencia y al menos un intervalo de tiempo de comunicación durante el cual no se aplica ninguna señal de accionamiento al circuito de salida; y controlar el transmisor de potencia para transmitir al menos parte de un primer mensaje desde el transmisor de potencia al receptor de potencia durante un intervalo de tiempo de transferencia de potencia y para recibir un mensaje de respuesta desde el receptor de potencia durante un intervalo de tiempo de comunicación.

Estos y otros aspectos, características y ventajas de la invención serán evidentes y se aclararán con referencia a el(los) modo(s) de realización descrito(s) a continuación.

Breve descripción de los dibujos

Se describirán modos de realización de la invención, sólo 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 de acuerdo con algunos modos de realización de la invención;

La figura 2 ilustra un ejemplo de elementos de un transmisor de potencia de acuerdo con algunos modos de realización de la invención;

La figura 3 ilustra un ejemplo de un inversor de medio puente para un transmisor de potencia;

La figura 4 ilustra un ejemplo de un inversor de puente completo para un transmisor de potencia;

La figura 5 ilustra un ejemplo de elementos de una funcionalidad de lector NFC y una funcionalidad de tarjeta NFC;

La figura 6 ilustra un ejemplo de elementos de un receptor de potencia de acuerdo con algunos modos de realización de la invención;

La figura 7 ilustra un ejemplo de un marco de tiempo repetitivo para una señal de transferencia de potencia;

La figura 8 ilustra un ejemplo de comunicación de mensajes en un intervalo de tiempo de comunicación;

La figura 9 ilustra un ejemplo de comunicación de mensajes en un sistema de transferencia de potencia inalámbrica de acuerdo con algunos modos de realización de la invención;

La figura 10 ilustra un ejemplo de comunicación de mensajes NFC;

La figura 11 ilustra un ejemplo de comunicación de mensajes en un sistema de transferencia de potencia inalámbrica de acuerdo con algunos modos de realización de la invención; y

La figura 12 ilustra un ejemplo de comunicación de mensajes en un sistema de transferencia de potencia inalámbrica de acuerdo con algunos modos de realización de la invención.

Descripción detallada de los modos de realización

La siguiente descripción se centra en modos de realización de la invención aplicables a un sistema de transferencia de potencia inalámbrica de alta potencia que utiliza un planteamiento de transferencia de potencia como se conoce a partir de la especificación Ki. Sin embargo, hay que señalar que la invención no se limita a esta aplicación, sino que puede aplicarse a muchos otros sistemas de transferencia de potencia inalámbrica.

La figura 1 ilustra un ejemplo de un sistema de transferencia de potencia de acuerdo con algunos modos de realización de la invención. El sistema de transferencia de potencia comprende un transmisor 101 de potencia que incluye (o está acoplado a) una bobina/inductor 103 transmisor. El sistema comprende además un receptor 105 de potencia que incluye (o está acoplado a) una bobina/inductor 107 receptor.

El sistema proporciona una señal de transferencia de potencia electromagnética inductiva que puede transferir potencia de manera inductiva desde el transmisor 101 de potencia al receptor 105 de potencia. Específicamente, el transmisor 101 de potencia genera una señal electromagnética, que se propaga como un flujo magnético por la bobina o inductor 103 transmisor. La señal de transferencia de potencia puede tener normalmente una frecuencia entre alrededor de 20kHz y alrededor de 500kHz, y específicamente para sistemas compatibles con Ki normalmente en el rango entre 20kHz y 80kHz. La bobina 103 transmisora y la bobina 107 receptora de potencia están acopladas de forma flexible y, por lo tanto, la bobina 107 receptora de potencia capta (al menos parte de) la señal de transferencia de potencia del transmisor 101 de potencia. Por lo tanto, la potencia se transfiere desde el transmisor 101 de potencia al receptor 105 de potencia a través de un acoplamiento inductivo inalámbrico desde la bobina 103 transmisora hasta la bobina 107 receptora de potencia. El término señal de transferencia de potencia se utiliza principalmente para referirse a la señal inductiva/campo magnético entre la bobina 103 transmisora y la bobina 107 receptora de potencia (la señal de flujo magnético), pero hay que señalar que, por equivalencia, también puede considerarse y utilizarse como referencia a una señal eléctrica proporcionada a la bobina 103 transmisora o captada por la bobina 107 receptora de potencia.

En el ejemplo, el receptor 105 de potencia es específicamente un receptor de potencia que recibe potencia a través de la bobina 107 receptora. Sin embargo, en otros modos de realización, el receptor 105 de potencia puede comprender un elemento metálico, como un elemento de calentamiento 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 considerables, y específicamente el transmisor de potencia puede soportar niveles de potencia superiores a 100W y hasta más de 2000W para aplicaciones de potencia muy alta, como por ejemplo para aplicaciones de cocina Ki.

A continuación, se describirá el funcionamiento del transmisor 101 de potencia y del receptor 105 de potencia con referencia específica a un modo de realización generalmente de acuerdo con las especificaciones Ki (excepto las modificaciones y mejoras descritas en el presente documento (o consecuentes)).

Muchos sistemas de transferencia de potencia inalámbrica, y en concreto sistemas de alta potencia como Ki, utilizan transferencia de potencia resonante donde la bobina 103 transmisora es parte de un circuito de resonancia y normalmente la bobina 107 receptora también es parte de un circuito de resonancia. En muchos modos de realización, los circuitos de resonancia pueden ser circuitos de resonancia en serie y por lo tanto la bobina 103 transmisora y la bobina 107 receptora pueden estar acopladas en serie con un capacitor de resonancia correspondiente. El uso de circuitos de resonancia tiende a proporcionar una transferencia de potencia más eficiente.

Normalmente, un sistema de transferencia de potencia inalámbrica emplea un bucle de control de potencia para dirigir el sistema hacia el punto de funcionamiento adecuado. Este bucle de control de potencia cambia la cantidad de potencia que se transmite desde el transmisor de potencia al receptor de potencia. La potencia recibida (o tensión o corriente) se puede medir y, junto con el valor de potencia de referencia, se puede generar una señal de error. El aparato envía esta señal de error a la función de control de potencia en el transmisor de potencia para reducir el error estático, preferiblemente a cero.

La figura 2 ilustra elementos del transmisor 101 de potencia de la figura 1 con más detalle.

El transmisor 101 de potencia incluye un accionador 201 que puede generar una señal de accionamiento que se alimenta a la bobina 103 transmisora que, a su vez, genera la señal de transferencia de potencia

electromagnética, proporcionando de este modo una transferencia de potencia al receptor 105 de potencia. La bobina 103 transmisora es parte de un circuito de resonancia de salida que comprende la bobina 103 transmisora y un condensador 203. En el ejemplo, el circuito de resonancia de salida es un circuito de resonancia en serie, pero hay que señalar que, en otros modos de realización, el circuito de resonancia de salida puede ser un circuito de resonancia en paralelo. Hay que señalar que se puede utilizar cualquier circuito de resonancia adecuado, incluido uno que utilice múltiples inductores y/o condensadores.

El accionador 201 genera la corriente y la tensión que se alimentan al circuito de resonancia de salida y, por lo tanto, a la bobina 103 transmisora. El accionador 201 es normalmente un circuito de accionamiento en forma de un inversor que genera una señal alterna a partir de una tensión de CC. La salida del accionador 201 es normalmente un puente de conmutación que genera la señal de accionamiento mediante la conmutación apropiada de los conmutadores del puente de conmutación. La figura 3 muestra un puente de conmutación/inversor de medio puente. Los conmutadores S1 y S2 se controlan de manera que nunca se cierran al mismo tiempo. Como alternativa, S1 se cierra mientras S2 está abierto y S2 se cierra mientras S1 está abierto. Los conmutadores se abren y se cierran con la frecuencia deseada, generando de este modo una señal alterna en la salida. Normalmente, la salida del inversor está conectada al inductor transmisor a través de un condensador de resonancia. La figura 4 muestra un puente de conmutación/inversor de puente completo. Los conmutadores S1 y S2 se controlan de manera que nunca se cierran al mismo tiempo. Los conmutadores S3 y S4 se controlan de manera que nunca se cierran al mismo tiempo. Como alternativa, los conmutadores S1 y S4 se cierran mientras que S2 y S3 están abiertos, y luego S2 y S3 se cierran mientras que S1 y S4 están abiertos, creando de este modo una señal de onda cuadrada en la salida. Los conmutadores se abren y se cierran con la frecuencia deseada.

El transmisor 101 de potencia comprende además un controlador 205 del transmisor de potencia que está dispuesto para controlar el funcionamiento del transmisor 101 de potencia de acuerdo con los principios de funcionamiento deseados. Específicamente, el transmisor 101 de potencia puede incluir muchas de las funcionalidades requeridas para realizar el control de potencia de acuerdo con la especificación Ki.

El controlador 205 del transmisor de potencia está dispuesto en concreto para controlar la generación de la señal de accionamiento por el accionador 201, y puede controlar específicamente el nivel de potencia de la señal de accionamiento, y por consiguiente el nivel de la señal de transferencia de potencia generada. El controlador 205 del transmisor de potencia comprende un controlador de bucle de potencia que controla un nivel de potencia de la señal de transferencia de potencia en respuesta a los mensajes de control de potencia recibidos desde el receptor 105 de potencia durante la fase de transferencia de potencia.

El transmisor 101 de potencia comprende además un primer comunicador 207 que está dispuesto para comunicarse con un comunicador complementario de un receptor de potencia. El primer comunicador 207 está dispuesto específicamente para generar una señal portadora y comunicarse con el (comunicador complementario del) receptor de potencia utilizando la portadora. En concreto, la comunicación desde el transmisor de potencia al receptor de potencia se realiza mediante modulación de amplitud de la portadora y/o la comunicación desde el receptor de potencia al transmisor de potencia puede realizarse específicamente mediante modulación de carga de la señal portadora generada por el primer comunicador 207.

El primer comunicador 207 está dispuesto específicamente para establecer un canal de comunicación de corto alcance con el comunicador complementario. Un canal de comunicación de corto alcance puede ser, por ejemplo, un canal de comunicación que tenga un alcance que no supere los 30cm, 50cm, 1m, 2m o 3m, dependiendo de las preferencias y los requisitos del modo de realización individual. El canal de comunicación de corto alcance puede ser un canal de comunicación que no utilice la señal de transferencia de potencia como portadora de comunicación. En cambio, el primer comunicador 207 genera una portadora de comunicación que se utiliza para la comunicación y, por lo tanto, el primer comunicador 207 puede ser un comunicador de corto alcance independiente que no utilice la señal de transferencia de potencia para la comunicación.

Específicamente, el primer comunicador 207 puede estar dispuesto para comunicarse de acuerdo con un estándar de comunicación de corto alcance independiente, y el primer comunicador 207 puede estar dispuesto para comunicarse utilizando un canal de Comunicación de Campo Cercano (NFC). Por lo tanto, el primer comunicador 207 puede ser un comunicador NFC. Hay que señalar que en otros modos de realización, se pueden utilizar otros medios de comunicación de corto alcance. Sin embargo, la siguiente descripción se centrará en ejemplos en los que la comunicación entre el transmisor de potencia y el receptor de potencia utiliza comunicación NFC.

El primer comunicador 207 puede estar dispuesto específicamente con una funcionalidad correspondiente a un lector de tarjetas inteligentes NFC. De manera similar, el receptor complementario del receptor de potencia (el segundo comunicador 609, como se presenta más adelante) puede estar dispuesto con una funcionalidad

correspondiente a una tarjeta inteligente NFC. Un ejemplo de dicha funcionalidad puede describirse con referencia al ejemplo de la figura 5.

Como se ilustra, una función 501 de tarjeta inteligente NFC (por ejemplo, correspondiente a la funcionalidad de comunicación del receptor de potencia) puede comprender eléctricamente de manera normal una bobina de antena L, un condensador de sintonización C, un rectificador 503 y un chip 505 NFC alimentado al menos algunas veces por la señal extraída por el circuito de resonancia formado por el condensador C y la bobina L. En la mayoría de los casos, la resonancia paralela de una tarjeta inteligente está sintonizada a una frecuencia de resonancia de 13.56 mhz.

La figura 5 también ilustra un modelo simplificado de una funcionalidad 507 de lector NFC (por ejemplo, correspondiente a la funcionalidad de comunicación del transmisor de potencia) para leer los datos almacenados en la tarjeta inteligente. Un lector NFC comprende normalmente un chip 509 lector NFC y una antena 511 NFC que también está sintonizada a una frecuencia de resonancia de 13.56 mhz. Si la funcionalidad 501 de tarjeta inteligente (específicamente la bobina receptora) se acerca a la función 507 de lector NFC (específicamente la bobina de antena L), la bobina de antena L se expone al campo magnético de 13.56 mhz de la función 507 de lector NFC y el chip 505 NFC se activa a través del pin Vcc. Una vez encendido, el chip 505 NFC en la función de tarjeta inteligente puede modular su propio Vcc por medio de modulación de carga, enviando de este modo datos de vuelta a la función 507 de lector NFC. El tiempo entre el encendido del chip 505 NFC en la tarjeta inteligente y el envío de información de vuelta a la función 507 de lector NFC está normalmente en el rango de aproximadamente 30-50 mseg.

La figura 6 ilustra algunos elementos de ejemplo del receptor 105 de potencia.

En el ejemplo, la bobina 107 receptora está acoplada a un controlador 601 del receptor de potencia a través de un condensador 603 que, junto con la bobina 107 receptora, forma un circuito de resonancia de entrada. Por lo tanto, la transferencia de potencia puede ser una transferencia de potencia resonante entre circuitos de resonancia. En otros modos de realización, solo uno, o ninguno, del receptor de potencia y el transmisor de potencia pueden utilizar un circuito de resonancia para la transferencia de potencia.

El controlador 601 del receptor de potencia acopla la bobina 107 receptora a una carga 605 a través de un conmutador 607. El controlador 601 del receptor de potencia incluye una ruta de control de potencia que convierte la potencia extraída por la bobina 107 receptora en un suministro adecuado para la carga 605. En algunos modos de realización, el controlador 601 del receptor de potencia puede proporcionar una ruta de potencia directa que simplemente conecta el circuito de resonancia de entrada al conmutador 607 o la carga 605, es decir, la ruta de potencia del controlador 601 del receptor de potencia puede implementarse simplemente mediante dos cables. En otros modos de realización, la ruta de potencia puede incluir, por ejemplo, rectificadores y posiblemente condensadores de suavizado para proporcionar una tensión de CC. En otros modos de realización más, la ruta de alimentación puede incluir funciones más complejas, como, por ejemplo, circuitos de control de tensión, circuitos de adaptación de impedancia, circuitos de control de corriente, etc. De manera similar, hay que señalar que el conmutador 607 puede estar presente únicamente en algunos modos de realización y que en algunos modos de realización la carga 605 puede estar acoplada permanentemente al circuito de resonancia de entrada.

Además, el controlador 601 del receptor de potencia puede incluir varias funcionalidades del controlador del receptor de potencia requeridas para realizar la transferencia de potencia, y en concreto funciones requeridas para realizar la transferencia de potencia de acuerdo con las especificaciones Qi o Ki.

El controlador 601 del receptor de potencia comprende además un segundo comunicador 609 que está dispuesto para comunicar datos con el transmisor de potencia. El segundo comunicador 609 es el comunicador complementario del primer comunicador 207 y está dispuesto específicamente para establecer el canal de comunicación de corto alcance con el primer comunicador 207. El segundo comunicador 609 puede ser específicamente una unidad/dispositivo de comunicación NFC que soporte la comunicación a través de un canal de comunicación NFC y puede, como se describió anteriormente, implementar una funcionalidad similar a una tarjeta inteligente NFC.

El segundo comunicador 609 está dispuesto específicamente para recibir datos transmitidos por el primer comunicador 207 a través del canal de comunicación de corto alcance. Además, el segundo comunicador 609 también está dispuesto para transmitir datos al primer comunicador 207.

Hay que señalar que en algunos modos de realización, la comunicación entre el transmisor de potencia y el receptor de potencia también puede ser posible a través de un segundo canal de comunicación, normalmente paralelo, que puede ser soportado específicamente por la señal de transferencia de potencia. Por ejemplo, el receptor de potencia puede modular la carga de la señal de transferencia de potencia o el transmisor de potencia puede modular la señal de transferencia de potencia directamente.

En funcionamiento, el sistema está dispuesto para controlar la señal de accionamiento de modo que la señal de transferencia de potencia alcance parámetros/propiedades de funcionamiento adecuados y de modo que la transferencia de potencia funcione en un punto de funcionamiento adecuado. Para ello, el transmisor de potencia está dispuesto para controlar un parámetro de la señal de accionamiento utilizando un bucle de control de potencia en el que se controla una propiedad de potencia de la señal de transferencia de potencia/señal de accionamiento en respuesta a mensajes de error de control de potencia que se reciben desde el receptor de potencia.

A intervalos regulares y, por lo general, frecuentes, el receptor de potencia transmite un mensaje de error de control de potencia al transmisor de potencia. En algunos modos de realización, se puede transmitir un mensaje de cambio de punto de ajuste de potencia directo que indica un nivel de potencia absoluta deseado (en lugar de un mensaje de error relativo). El receptor 105 de potencia comprende una funcionalidad para soportar dicho bucle de control de potencia, por ejemplo, el controlador 601 del receptor de potencia puede supervisar continuamente la potencia o la tensión de una señal de carga proporcionada a la carga y detectar si está por encima o por debajo de un valor deseado. Puede generar a intervalos regulares un mensaje de error de control de potencia que solicita que se aumente o disminuya el nivel de potencia de la señal de transferencia de potencia, y puede transmitir este mensaje de error de control de potencia al transmisor de potencia.

Por tanto, en muchos modos de realización, el sistema utiliza NFC como medio para comunicarse entre el transmisor de potencia inalámbrica y el receptor de potencia. Una ventaja de NFC es que, debido a la naturaleza de alcance muy corto del canal de comunicación, proporciona una relación física de uno a uno entre las bobinas de potencia y comunicación, de modo que el riesgo de comunicación entre el transmisor de potencia y un receptor de potencia que no es el que está siendo alimentado por el transmisor de potencia es muy pequeño. Además, la portadora NFC se puede recoger y utilizar para suministrar potencia a la electrónica de comunicación del receptor inalámbrico sin iniciar el transmisor de potencia.

Sin embargo, un problema para la comunicación en un sistema de transferencia de potencia inalámbrica, incluyendo uno que utiliza NFC, es que la comunicación puede ser susceptible a interferencias de la señal de potencia. Mientras que la portadora de comunicación puede tener una frecuencia muy diferente a la frecuencia de funcionamiento de la señal de accionamiento y la señal de transferencia de potencia (por ejemplo, 13.56 mhz en relación con 20-80khz), el nivel de potencia de la señal de transferencia de potencia en sistemas como Ki puede ser muy alto y es normalmente varios órdenes de magnitud más alto que la potencia de la portadora de comunicación. Por consiguiente, puede ocurrir una interferencia cruzada considerable que puede afectar el rendimiento de la comunicación y, por consiguiente, el rendimiento de la transferencia de potencia en su conjunto.

En muchos sistemas, como por ejemplo en Ki, este problema se ha solucionado separando la transferencia de potencia y la comunicación NFC en el tiempo, y específicamente se puede utilizar un planteamiento de división de tiempo donde un marco de tiempo repetitivo se divide en al menos un intervalo de transferencia de potencia y un intervalo de tiempo de comunicación. En dichos casos, la transferencia de potencia solo se puede realizar fuera del intervalo de tiempo de comunicación y, por tanto, se puede evitar la interferencia de la transferencia de potencia a la comunicación.

En el ejemplo de las figuras 1 y 2, el accionador 201 está dispuesto para generar la señal de accionamiento para emplear un marco de tiempo repetitivo para la señal de accionamiento y la señal de transferencia de potencia durante la fase de transferencia de potencia.

El marco de tiempo repetitivo comprende al menos un intervalo de tiempo de transferencia de potencia y un intervalo de tiempo de comunicación. Un ejemplo de dicho marco de tiempo repetitivo se ilustra en la figura 7, donde los intervalos de tiempo de transferencia de potencia se indican mediante PT y los intervalos de tiempo de comunicación se indican mediante C. En el ejemplo, cada marco de tiempo FRM comprende únicamente un intervalo de tiempo de comunicación C y un intervalo de tiempo de transferencia de potencia PT y estos (así como el marco de tiempo en sí) tienen esencialmente la misma duración en cada marco. Sin embargo, hay que señalar que en otros modos de realización, también se pueden incluir otros intervalos de tiempo en un marco de tiempo repetitivo (como, por ejemplo, intervalos de detección de objetos extraños) o se pueden incluir una pluralidad de intervalos de tiempo de comunicación y/o intervalos de tiempo de transferencia de potencia en cada marco de tiempo. Además, la duración de los diferentes intervalos de tiempo (y, de hecho, el marco de tiempo en sí) puede, en algunos modos de realización, variar dinámicamente, como se describirá más adelante.

En el ejemplo, la transferencia de potencia se realiza en los intervalos de tiempo de transferencia de potencia y, específicamente, es posible que no se proporcione/aplique/alimente potencia al circuito de salida durante los intervalos de tiempo de comunicación. El accionador está dispuesto para generar la señal de

accionamiento y, por lo tanto, la señal de transferencia de potencia durante los intervalos de tiempo de transferencia de potencia y, específicamente, se genera una señal de accionamiento que tiene una amplitud/potencia distinta de cero durante los intervalos de tiempo de transferencia de potencia. Sin embargo, durante los intervalos de tiempo de comunicación, no se alimenta ninguna señal de accionamiento al circuito de salida y no se proporciona potencia al circuito de salida. Normalmente, esto se consigue mediante el accionador 201 que no genera una señal de accionamiento (o, de manera equivalente, la señal de accionamiento se controla para que tenga una amplitud/potencia de cero o cercana a cero (por ejemplo, específicamente menor que un umbral de amplitud de 0, 1, 2, 3 o 5, o 10V y/o un umbral de potencia de menos de 1, 2, 3, 5, 10W o, por ejemplo, 1, 2, 3, 5 o 10 % de una potencia máxima para la transferencia de potencia).

Al utilizar un marco de tiempo repetitivo de este tipo, la comunicación y la transferencia de potencia se pueden separar en el dominio del tiempo, lo que da como resultado una interferencia cruzada considerablemente reducida (y posiblemente nula) de la transferencia de potencia a la operación de comunicación. Por lo tanto, la interferencia causada a la comunicación por la señal de transferencia de potencia se puede reducir considerablemente y, de hecho, se puede reducir a esencialmente cero. Esto puede mejorar de manera muy considerable el rendimiento y la fiabilidad de la comunicación, lo que lleva a una operación de transferencia de potencia mejorada y más fiable.

En la fase de transferencia de potencia, el transmisor de potencia está dispuesto por tanto para realizar la transferencia de potencia durante el intervalo de tiempo de transferencia de potencia de los marcos de tiempo. Específicamente, durante estos intervalos de tiempo, el transmisor 101 de potencia y el receptor 105 de potencia pueden operar un bucle de control de potencia. El bucle de control de potencia puede basarse en la comunicación dentro del intervalo de tiempo de transferencia de potencia o puede basarse, por ejemplo, en la comunicación fuera del intervalo de tiempo de transferencia de potencia, como en intervalos de tiempo de comunicación dedicados. Por tanto, el nivel de la potencia que se transfiere puede variarse dinámicamente. En los intervalos de tiempo de comunicación, la señal de transferencia de potencia se apaga de manera efectiva, pero se pueden comunicar mensajes de error de control de potencia para controlar las operaciones del bucle de potencia durante los intervalos de tiempo de transferencia de potencia.

Sin embargo, mientras que dicha separación en el tiempo entre la comunicación y la transferencia de potencia puede proporcionar una serie de ventajas considerables, también puede tener algunas desventajas asociadas. Por ejemplo, la interrupción repetida puede en muchas situaciones dar como resultado ruido audible (por ejemplo, causado por los efectos mecánicos del objeto circundante en respuesta a las variaciones en el campo magnético generado). Además, el encendido y apagado de la señal de accionamiento y la señal de transferencia de potencia puede dar como resultado armónicos de amplitud que pueden generar ruido eléctrico y electromagnético. Por ejemplo, la interrupción de la señal de potencia puede generar interferencia electromagnética (armónicos de 50Hz) en el suministro de la red eléctrica. Cuanto mayor sea la interrupción en la potencia debido al intervalo de tiempo de comunicación, mayor será el filtro que se necesitará para suprimir el ruido. Un intervalo de tiempo de comunicación más grande también puede dar como resultado que se produzca el encendido y apagado de la potencia para niveles de potencia más altos, lo que puede provocar un aumento del ruido relacionado con la red eléctrica y, potencialmente, la generación de más interferencias electromagnéticas.

Además, la falta de una señal de transferencia de potencia durante los intervalos de tiempo de comunicación requiere que la potencia se suministre durante un tiempo más corto, lo que da como resultado que se requiera un nivel de potencia más alto durante los intervalos de tiempo de transferencia de potencia. Además, como la transferencia de potencia puede ser intermitente, para muchas aplicaciones es necesario que el receptor de potencia comprenda alguna forma de depósito de energía (por ejemplo, un condensador) para mantener el suministro de potencia durante los intervalos de tiempo de comunicación. En muchos planteamientos, un requisito para apagar la transferencia de potencia para comunicarse puede dar como resultado que la comunicación se restrinja a mensajes de datos cortos para minimizar la duración de las interrupciones de la transferencia de potencia. Las desventajas tienden a ser de importancia creciente para niveles de transferencia de potencia crecientes y tienden a ser muy importantes para aplicaciones como Ki que se puede utilizar para transferir altos niveles de potencia.

En el planteamiento de la figura 1, el sistema está diseñado para reducir los intervalos de tiempo de comunicación para que tengan una duración menor que la de los sistemas convencionales normales. El sistema está diseñado específicamente para emplear un planteamiento de comunicación asimétrico con respecto a la transmisión y recepción por parte del transmisor de potencia (y el receptor de potencia). En concreto, puede utilizar formatos de modulación diferencial en la dirección directa (transmisor de potencia a receptor de potencia) y en las direcciones inversas (receptor de potencia a transmisor de potencia) y con diferentes temporizaciones y relaciones con el intervalo de tiempo de transferencia de potencia y el intervalo de tiempo de comunicación en las dos direcciones.

El transmisor 101 de potencia comprende específicamente un sincronizador 209 que está dispuesto para controlar el transmisor 101 de potencia para transmitir al menos parte de uno o más mensajes desde el transmisor de potencia al receptor de potencia durante un intervalo de tiempo de transferencia de potencia y utilizando modulación de amplitud. El sincronizador 209 está dispuesto además para controlar el transmisor 101 de potencia para recibir uno o más mensajes de respuesta desde el receptor de potencia utilizando modulación de carga y durante un intervalo de tiempo de comunicación. Por tanto, uno o más mensajes de envío se transmiten durante los intervalos de tiempo de transferencia de potencia utilizando modulación de amplitud mientras que los mensajes de respuesta en la dirección inversa se reciben durante los intervalos de tiempo de comunicación y utilizando modulación de carga.

El planteamiento puede emplear por tanto un planteamiento asimétrico de modo que la comunicación de transmisión no se transmita durante los intervalos de tiempo de comunicación reservados para la comunicación sin interferencias sino que se transmita durante el intervalo de tiempo de transferencia de potencia mientras que la respuesta del receptor de potencia se transmita durante los intervalos de tiempo de comunicación.

El sincronizador 309 puede estar dispuesto para controlar la temporización de los intervalos de tiempo de comunicación y/o transferencia de potencia y/o la temporización del mensaje de envío y/o el mensaje de respuesta de manera que el mensaje de envío se produzca (al menos parcialmente) durante un intervalo de tiempo de transferencia de potencia pero de manera que el mensaje de respuesta al mensaje de envío se produzca (al menos parcialmente) durante un intervalo de tiempo de comunicación. Por tanto, el sincronizador 309 está dispuesto para controlar la operación de manera que el mensaje de envío se pueda enviar simultáneamente con la transferencia de potencia mientras que el mensaje de respuesta coincida con que no haya transferencia de potencia. Por tanto, el mensaje de envío se puede transmitir mientras se permite que esté presente la interferencia de la señal de transferencia de potencia mientras que el mensaje de respuesta se comunica cuando no se produce dicha interferencia.

El planteamiento se puede ilustrar con referencia a las figuras 8 y 9 que ilustran un ejemplo donde un primer intervalo de transferencia de potencia 801, 901 y un segundo intervalo de tiempo de transferencia de potencia 803, 903 están separados por un intervalo de tiempo de comunicación 805, 905 como se ilustra por la amplitud de la señal de transferencia de potencia (PTS).

El ejemplo de la figura 8 representa un planteamiento que el planteamiento actual puede mejorar. En el ejemplo de la figura 8, el primer comunicador 207 y el transmisor de potencia transmiten un primer mensaje 807 de envío que puede ser específicamente un mensaje de solicitud de potencia/punto de ajuste al que se requiere que el receptor responda con un mensaje que indique el mensaje de nivel de potencia deseado, durante un intervalo de tiempo de comunicación, es decir, mientras se detiene la transferencia de potencia.

Como otro ejemplo, en algunos sistemas el transmisor de potencia puede estar dispuesto como un maestro de manera que los datos solo se puedan transmitir desde el receptor de potencia cuando lo solicite el transmisor de potencia. En dichos casos, el transmisor de potencia puede transmitir un mensaje de envío para preguntar si el receptor de potencia tiene datos o mensajes pendientes para transmitir al transmisor de potencia. El receptor de potencia puede entonces responder a esta consulta. Por lo tanto, en algunos casos, incluso si el transmisor de potencia no tiene necesidad de ninguna comunicación de datos, se puede transmitir un mensaje de envío al receptor de potencia para comprobar si el receptor de potencia tiene transmisiones pendientes (es decir, el mensaje de envío se puede utilizar para sondear al receptor de potencia para cualquier comunicación de datos potencial).

Después de la transmisión del mensaje de envío hay un margen o intervalo 809 de transferencia durante el cual no se transmite ningún mensaje en ninguna dirección. El intervalo 809 de transferencia puede usarse, por ejemplo, para permitir que el receptor de potencia procese el mensaje de envío antes de responderlo, puede proporcionar un retraso para asegurar que los circuitos se puedan configurar para la comunicación inversa, etc. Por lo tanto, el intervalo 809 de transferencia puede reflejar un retraso entre la transmisión de un mensaje de lectura o escritura modulado en amplitud y la respuesta modulada en carga. Esto puede ser necesario para cambiar de transmisión a recepción por parte del transmisor y para preparar y responder por parte del receptor.

Después del intervalo 809 de transferencia, el segundo comunicador 509 y el receptor de potencia transmiten un mensaje 811 de respuesta al transmisor de potencia.

En el ejemplo de la figura 8, la comunicación se lleva a cabo durante el intervalo 805 de tiempo de comunicación y, por tanto, se puede evitar por completo la interferencia de la señal de transferencia de potencia. Sin embargo, se requiere de manera intrínseca para dicho planteamiento que el intervalo 805 de tiempo de comunicación tenga una duración que exceda la temporización de la comunicación. Para un mensaje normal de Ki, esto requiere que la duración del intervalo de tiempo de comunicación exceda 1.5

mseg. Las duraciones normales de un único marco de tiempo son 10 mseg, por lo que se puede requerir una proporción relativamente alta del tiempo total para la comunicación y excluirlo de la transferencia de potencia.

La figura 9 muestra un ejemplo correspondiente en el planteamiento utilizado por el sistema de las figuras 1, 2 y 6. En este planteamiento, la transmisión de un mensaje 907 de envío se inicia y normalmente también se completa dentro del primer intervalo 901 de transferencia de potencia. Sin embargo, el intervalo 909 de tiempo de transferencia y el mensaje 911 de respuesta están sincronizados para que estén dentro del intervalo 905 de tiempo de comunicación entre el primer intervalo 901 de tiempo de transferencia de potencia y un segundo intervalo 903 de tiempo de transferencia de potencia posterior. En muchos modos de realización, parte, o de hecho la totalidad del intervalo 909 de transferencia puede estar dentro del primer intervalo 901 de tiempo de transferencia de potencia. Como resultado, en el planteamiento de la figura 9, el mensaje 907 de envío se transmite mientras puede producirse interferencia mientras que el mensaje de respuesta se comunica durante un tiempo en el que no se produce interferencia de la señal de transferencia de potencia. Sin embargo, como el mensaje de envío se comunica utilizando modulación de amplitud y el mensaje de respuesta se comunica utilizando modulación de carga, se puede lograr una comunicación fiable en ambas direcciones a pesar de la diferencia en las condiciones de interferencia. Además, el planteamiento puede dar como resultado que la duración de los intervalos de tiempo de comunicación se reduzca considerablemente. Por ejemplo, en el ejemplo específico, un mensaje Ki de envío tendrá una duración de 600 μ s o más y la transmisión de este mensaje durante el intervalo 901 de transferencia de potencia permite que la duración del intervalo 905 de tiempo de comunicación se reduzca de 1.5 mseg a al menos 0.9 mseg. Esta reducción puede mejorar el funcionamiento y, en concreto, puede proporcionar una transferencia de potencia más eficiente, puede reducir el ruido mecánico, puede reducir el ruido eléctrico y la generación de armónicos y/o puede permitir que se transmitan mayores cantidades de datos.

El planteamiento puede aprovechar que los formatos de modulación en las direcciones directa e inversa son diferentes y que específicamente la modulación de amplitud puede permitir una comunicación robusta que puede ser robusta a la interferencia de la señal de transferencia de potencia, mientras que la comunicación en la dirección inversa puede utilizar una modulación de carga que puede ser altamente sensible a la interferencia de la señal de transferencia de potencia.

El planteamiento puede ser especialmente adecuado para la comunicación NFC. Por ejemplo, el transmisor de potencia puede transmitir primero una portadora de comunicación continua de 13.56 mhz. A continuación, el transmisor de potencia puede iniciar la comunicación enviando un comando de lectura o escritura al receptor de potencia. El transmisor de potencia puede utilizar en la dirección directa una modulación de amplitud del 100 % de la portadora de comunicación (modulación por desplazamiento de amplitud que activa o desactiva la portadora).

El receptor de potencia puede responder al mensaje/comando enviando datos o un acuse de recibo de vuelta al transmisor de potencia. El receptor de potencia puede realizar esta comunicación modulando la carga de la portadora de comunicación generada por el primer comunicador 207. Esta modulación puede lograrse, por ejemplo, desintonizando el circuito NFC de resonancia del receptor, o añadiendo resistencia adicional, como es conocido por el experto. Como resultado, la amplitud de la señal suministrada en el lado del transmisor cambiará, pero el cambio es normalmente muy pequeño (normalmente sólo un pequeño porcentaje).

Este cambio de amplitud relativamente pequeño en la bobina del transmisor tiene que ser detectado por el primer comunicador 207 para recibir datos del receptor de potencia. Debido a que la modulación de carga da como resultado variaciones muy pequeñas, tiende a ser considerablemente más sensible a la interferencia que la modulación AM del 100 % aplicada en la dirección de envío. En la figura 10 se ilustra un ejemplo de las variaciones de amplitud para la portadora de comunicación para los diferentes mensajes.

En el ejemplo de Ki y utilizando NFC, actualmente se puede utilizar una interrupción de la señal de transferencia de potencia de 1.5 mseg para comunicarse en ambas direcciones. Esto se puede reducir considerablemente interrumpiendo únicamente la señal de transferencia de potencia cuando se transmiten datos desde el receptor de potencia al transmisor de potencia y no cuando la comunicación se realiza en la otra dirección. De hecho, del lapso de 1.5 ms, se utilizan al menos 600 μ s para transmitir un comando de lectura desde el transmisor de potencia al receptor de potencia. Al mantener la potencia encendida durante la transmisión de un comando, este lapso de potencia se puede acortar en al menos 600 μ s. De hecho, 600 μ s es el comando de lectura más corto utilizado en Ki. Los comandos/mensajes de envío más largos se pueden iniciar incluso antes, lo que permite potencialmente un lapso incluso más corto (dependiendo de la temporización del mensaje de respuesta).

La duración del intervalo de tiempo de comunicación se puede reducir en muchos modos de realización y, a menudo, la duración puede no superar 1 mseg, 0.5 mseg, 0.2 mseg o 0.1 mseg.

Hay que señalar que el planteamiento exacto de la sincronización de las comunicaciones y los marcos de tiempo repetitivos pueden depender de las preferencias y requisitos del modo de realización y aplicación individuales.

- 5 En muchos modos de realización, el sincronizador 209 puede estar dispuesto para realizar la sincronización adaptando una temporización de la transmisión del primer mensaje y/o la temporización de la recepción del mensaje de respuesta. De manera alternativa o adicional, en muchos modos de realización, el sincronizador 209 puede estar dispuesto para adaptar una propiedad de temporización del intervalo de tiempo de comunicación y/o del intervalo de tiempo de transferencia de potencia. Por lo tanto, en algunos modos de
10 realización, el sincronizador 209 puede estar dispuesto para adaptar una propiedad de temporización del marco de tiempo repetitivo.

Por ejemplo, en algunos modos de realización, la temporización de transmisión del primer mensaje y la temporización del mensaje de respuesta pueden ser fijos y el sincronizador 209 puede estar dispuesto para
15 controlar la temporización del intervalo de tiempo de comunicación de manera que la transmisión del primer mensaje sea durante un intervalo de tiempo de transferencia de potencia y el mensaje de respuesta sea durante el intervalo de tiempo de comunicación. Esto puede lograrse, por ejemplo, controlando el tiempo final del intervalo de tiempo de transferencia de potencia, por ejemplo, controlando el tiempo en el que se apaga la señal de transferencia de potencia para crear el lapso correspondiente al intervalo de tiempo de
20 comunicación. De manera similar, el inicio del siguiente intervalo de tiempo de transferencia de potencia puede adaptarse para comenzar en un tiempo después del cual se debería recibir, o se ha recibido, la respuesta. De manera equivalente, los intervalos de tiempo de comunicación pueden adaptarse la temporización de apagado y/o encendido de la señal de transferencia de potencia.

- 25 En muchos modos de realización, el sincronizador 209 puede estar dispuesto para adaptar la propiedad de temporización de un intervalo de tiempo de comunicación, un intervalo de tiempo de transferencia de potencia, la transmisión del primer mensaje y/o de cuándo el primer comunicador 207 está dispuesto para recibir el mensaje de respuesta del receptor de potencia en función de una propiedad del primer mensaje. La propiedad puede ser específicamente una longitud del primer mensaje o un tiempo esperado para la
30 transmisión del primer mensaje.

Por ejemplo, en algunos modos de realización, el sistema puede utilizar un marco de tiempo de repetición fijo con un período de tiempo de 10 mseg que se divide en un intervalo de tiempo de transferencia de potencia con una duración de 9.1 mseg y un intervalo de tiempo de comunicación de 0.9 mseg. El sincronizador 209
35 puede comprender una tabla de posibles mensajes de envío que se pueden transmitir y una duración de transmisión para cada mensaje (por ejemplo, determinada como el número de bits dividido por la velocidad de transmisión en bits/segundos). Para cada marco de tiempo de repetición, en el que se va a transmitir un primer mensaje, el controlador 205 del transmisor de potencia puede indicar qué mensaje se transmite y el sincronizador 209 puede determinar la duración correspondiente para transmitir el mensaje. A continuación,
40 puede controlar el primer comunicador 207 para que comience a transmitir el primer mensaje en un momento que corresponde al final del intervalo de tiempo de transferencia de potencia menos la duración de la transmisión del mensaje, es decir, puede controlar el tiempo de transmisión del primer mensaje de modo que finalice al final del intervalo de tiempo de transferencia de potencia.

- 45 El sincronizador 209 puede entonces controlar el primer comunicador 207 para recibir cualquier mensaje del segundo comunicador 609, es decir, cualquier mensaje comunicado por la funcionalidad de modulación de carga NFC del segundo comunicador 509, durante el intervalo de tiempo de comunicación. Por lo tanto, el primer comunicador 207 puede estar dispuesto para cambiar de una configuración/operación de transmisión durante intervalos de tiempo fraccionarios a una configuración/operación de recepción durante los intervalos
50 de tiempo de comunicación.

En muchos modos de realización, el sincronizador 209 puede estar dispuesto para adaptar la propiedad de temporización de un intervalo de tiempo de comunicación, un intervalo de tiempo de transferencia de potencia, la transmisión del primer mensaje y/o de cuándo el primer comunicador 207 está dispuesto para
55 recibir el mensaje de respuesta desde el receptor de potencia en función de una propiedad de una propiedad esperada del mensaje de respuesta. El mensaje de respuesta puede depender del primer mensaje y, por tanto, la adaptación puede basarse en el primer mensaje y en el mensaje de respuesta esperado a este primer mensaje.

- 60 Por ejemplo, algunos primeros mensajes pueden requerir simplemente un mensaje de respuesta en forma de un único mensaje de confirmación, que podría implementarse con tan solo un reconocimiento de un solo bit. Para otros primeros mensajes, puede requerirse un mensaje de respuesta que incluya datos, y puede incluir muchos más bits.

En algunos modos de realización, el sincronizador 209 puede incluir una tabla que para cada primer mensaje posible almacena una longitud máxima de los mensajes de respuesta que el receptor de potencia puede transmitir de vuelta al transmisor de potencia. El sincronizador 209 puede, en algunos modos de realización, estar dispuesto para adaptar una duración de los intervalos de tiempo de comunicación en función de las propiedades del mensaje de respuesta esperado y puede adaptar específicamente la duración del intervalo de tiempo de comunicación de modo que sea (justo) lo suficientemente larga para que el mensaje de respuesta más largo posible al primer mensaje se reciba antes del final del intervalo de tiempo de comunicación.

La duración de los intervalos de tiempo de comunicación puede, por ejemplo, adaptarse modificando una hora de inicio y/o una hora de finalización del intervalo de tiempo de comunicación. Específicamente, puede controlarse una temporización de encendido o apagado de la señal de transferencia de potencia. En algunos modos de realización, una temporización de la transmisión del primer mensaje puede, por ejemplo, adaptarse en función del mensaje de respuesta, como por ejemplo adaptando la temporización de la transmisión del primer mensaje que se está sincronizando de modo que coincida con la temporización de un intervalo de tiempo de comunicación que se ha ajustado para permitir que el mensaje de respuesta se transmita dentro de un intervalo de tiempo de comunicación.

Por tanto, el sincronizador 209 puede estar dispuesto para establecer una propiedad de temporización de la transmisión del primer mensaje y/o el intervalo de tiempo de comunicación en función de una propiedad del primer mensaje, como la longitud del primer mensaje, y/o en función de una propiedad del mensaje de respuesta (esperado), como la longitud esperada o máxima del mensaje de respuesta.

La figura 11 ilustra un ejemplo correspondiente al ejemplo de la figura 9 pero en el que el primer mensaje es considerablemente más largo. En el ejemplo, el sincronizador 209 puede estar dispuesto para adaptar el inicio de la transmisión del primer mensaje para que sea anterior de modo que el final del primer mensaje todavía finalice al final del primer intervalo de tiempo de transferencia de potencia.

En algunos modos de realización, el sincronizador 209 puede estar dispuesto para adaptar la duración en respuesta a una velocidad de comunicación para comunicar al menos uno del primer mensaje y el mensaje de respuesta. La velocidad de comunicación para la transmisión en el primer mensaje y/o el mensaje de respuesta puede ser variable en algunos modos de realización. Por ejemplo, para una distancia mayor entre el primer comunicador 207 y el segundo comunicador 509, el sistema puede estar dispuesto para reducir la velocidad de comunicación para compensar una velocidad de error binaria aumentada. En dichos casos, puede llevar más tiempo comunicar los mensajes y el sincronizador 209 puede tener esto en cuenta para determinar una duración de transmisión para el primer mensaje y/o el mensaje de respuesta y para adaptar la temporización correspondientemente. La duración de la comunicación puede determinarse simplemente, por ejemplo, por la longitud del mensaje en bits dividida por la velocidad de comunicación en bits por segundo.

En algunos modos de realización, el sincronizador 209 puede estar dispuesto específicamente para terminar el intervalo de tiempo de comunicación en respuesta a una detección del final del mensaje de respuesta.

Por ejemplo, para un mensaje de respuesta de longitud variable, se puede detectar que se han recibido todos los datos del mensaje (por ejemplo, detectando una indicación de parada y/o conociendo cuántos bits tiene el mensaje de longitud variable en las condiciones actuales específicas). Tan pronto como se ha detectado el final del mensaje, el sincronizador 209 puede proceder a controlar el controlador 205 del transmisor de potencia para controlar el accionador 201 para generar una señal de accionamiento, y por tanto para que el transmisor de potencia encienda la señal de transferencia de potencia y para que se inicie el intervalo de transferencia de potencia posterior. Por lo tanto, en dicho caso, el transmisor de potencia puede adaptar automáticamente el intervalo de tiempo de comunicación para que coincida con la longitud del mensaje variable para cada marco de tiempo repetitivo. Un ejemplo de este planteamiento correspondiente al ejemplo de la figura 11 se ilustra en la figura 12.

En algunos modos de realización, la desconexión de la señal de transferencia de potencia puede ser abrupta y el accionador 201 puede, por ejemplo, simplemente desconectar la señal de accionamiento al final del intervalo de tiempo de transferencia de potencia. Sin embargo, en muchos modos de realización, el controlador 205 del transmisor de potencia puede estar dispuesto para introducir una reducción gradual del nivel de potencia de la señal de transferencia de potencia y puede estar dispuesto específicamente para introducir un intervalo de desconexión inmediatamente antes del intervalo de tiempo de comunicación y al final del intervalo de tiempo de transferencia de potencia.

Por ejemplo, en un intervalo de tiempo predeterminado antes del final del intervalo de tiempo de transferencia de potencia, el transmisor de potencia puede iniciar una reducción gradual del nivel de potencia de la señal de transferencia de potencia de manera que se produzca una transición suave hasta que el nivel de potencia se haya reducido a cero al final del intervalo de tiempo de transferencia de potencia. En los ejemplos de las

figuras 9, 11 y 12, se introduce un intervalo de tiempo de apagado de 1 mseg para reducir gradualmente el nivel de potencia a cero a partir de un valor inicial.

El intervalo de apagado puede permitir una transición gradual que puede reducir el ruido de frecuencia/armónico más alto que de otro modo podría introducirse y puede, por ejemplo, mitigar los transitorios de conmutación, etc. En muchos modos de realización, el intervalo de apagado puede seguir una curva de nivel de potencia para la señal de transferencia de potencia para la que un gradiente no supera 1, 2, 3, 5 o 10 veces $P_{\text{máx}}/\text{mseg}$ donde $P_{\text{máx}}$ es la potencia instantánea máxima de la señal de transferencia de potencia durante un marco de tiempo repetitivo. En muchos modos de realización, el intervalo de apagado puede seguir una curva de nivel de potencia para la señal de transferencia de potencia para la que un gradiente no es inferior a 1, 0.5, 0.3, 0.2 o 0.1 veces $P_{\text{máx}}/\text{mseg}$ donde $P_{\text{máx}}$ es la potencia instantánea máxima de la señal de transferencia de potencia durante un marco de tiempo repetitivo.

El sincronizador 209 puede, en modos de realización con un intervalo de apagado, estar dispuesto para cronometrar la transmisión del primer mensaje de modo que, al menos parcialmente, se transmita durante el intervalo de apagado. En muchos modos de realización, el intervalo de tiempo de apagado es más largo que la duración de la transmisión del primer mensaje y el primer mensaje puede transmitirse completamente dentro del intervalo de tiempo de apagado.

La introducción de un intervalo de tiempo de apagado no sólo puede proporcionar una conmutación y una operación de apagado más eficientes, sino que también puede permitir una comunicación mejorada del primer mensaje. En concreto, los niveles de potencia reducidos pueden reducir la interferencia a la transmisión del primer mensaje desde la señal de transferencia de potencia.

En muchos modos de realización, el inicio de un intervalo de tiempo de transferencia de potencia después de un intervalo de tiempo de comunicación puede incluir un intervalo de tiempo de encendido en el que el nivel de potencia se incrementa gradualmente. En el ejemplo de las figuras 9, 11 y 12 se utiliza un intervalo de tiempo de encendido que tiene una duración de 1 mseg.

En muchos modos de realización, el accionador 201 puede ser alimentado por una señal de suministro de potencia variable, y normalmente por una tensión de suministro variable. La señal de accionamiento normalmente puede ser generada para tener una amplitud que sigue la señal de suministro de potencia variable y específicamente que sigue la tensión de suministro variable. Por ejemplo, para un inversor de salida del accionador 201 correspondiente a, por ejemplo, la figura 3 o 4, la señal de accionamiento tendrá una amplitud igual a la tensión de suministro excepto por una pequeña caída de tensión sobre los elementos de conmutación.

Por ejemplo, en muchos modos de realización, la tensión de suministro para el accionador 201 y el inversor de salida puede generarse a partir de una tensión de red eléctrica de CA rectificada (y posiblemente parcialmente suavizada). Para una tensión no suavizada y rectificada, la tensión de suministro de entrada, y por lo tanto la tensión de la señal de accionamiento, alcanzarán un mínimo de cero voltios en momentos correspondientes a los cruces por cero de la tensión de red eléctrica. Para tensiones de suministro rectificadas parcialmente suavizadas, la tensión mínima puede ocurrir con un retraso en relación con los cruces por cero y puede ser mayor que cero voltios.

En modos de realización en los que el suministro al accionador 201 es variable, el sincronizador 311 puede estar dispuesto para adaptar una propiedad de temporización para los intervalos de tiempo de transferencia de potencia, los intervalos de tiempo de comunicación y/o la transmisión del primer mensaje (y/o la recepción del segundo mensaje) en respuesta a la temporización de las variaciones de la señal de suministro de potencia. Normalmente, el sincronizador 209 puede estar dispuesto para adaptar la temporización de todas estas características en función de las variaciones de suministro.

Específicamente, el sincronizador 209 puede estar dispuesto para sincronizar los intervalos de tiempo de comunicación con los mínimos en la señal/tensión de suministro. El sincronizador 209 puede estar dispuesto para sincronizar el intervalo de tiempo de comunicación de manera que el tiempo de los mínimos de la señal de suministro de potencia variable esté dentro de los intervalos de tiempo de comunicación.

En concreto, en muchos modos de realización, el sincronizador 209 puede estar dispuesto para controlar una temporización de los intervalos de tiempo de comunicación de manera que estén centrados alrededor del tiempo de los mínimos de la señal de suministro de potencia variable, y por lo tanto normalmente también alrededor de los mínimos de la señal de transferencia de potencia. En muchos modos de realización, el sincronizador 209 puede estar dispuesto para controlar la temporización de los intervalos de tiempo de comunicación de manera que estén esencialmente centrados alrededor de los niveles cero de la tensión de suministro de entrada (a menudo cruces por cero de la tensión de la red eléctrica de entrada).

De manera similar, el sincronizador 209 puede estar dispuesto para adaptar la temporización de otras características, como la hora de inicio del intervalo de tiempo de comunicación, el inicio del intervalo de tiempo de apagado, la temporización del intervalo de tiempo de transferencia de potencia y la hora de transmisión del primer mensaje dependiendo de la temporización de las variaciones de suministro de potencia.

En algunos modos de realización, la temporización puede adaptarse para cada marco de tiempo repetitivo individual o puede, por ejemplo, determinarse y aplicarse para una pluralidad de marcos de tiempo repetitivos subsiguientes.

Como ejemplo, en algunos modos de realización, el sincronizador 209 puede sincronizar marcos de tiempo repetitivos con las variaciones en el suministro de potencia. Para el accionador 201 que se alimenta con una tensión de red eléctrica rectificadora de 50Hz, se produce un cruce por cero de la red eléctrica, y por tanto un mínimo de la tensión de suministro rectificadora, a intervalos de 10 mseg, y cada marco de tiempo repetitivo puede configurarse para que tenga una duración de 10 mseg.

El sincronizador 209 puede evaluar primero un primer mensaje que se va a transmitir en el siguiente marco de tiempo repetitivo (por ejemplo, como se indica por el controlador 205 del transmisor de potencia o el primer comunicador 207). A continuación, puede proceder a determinar la duración del primer mensaje y la duración máxima de un mensaje de respuesta al primer mensaje. Esto puede determinarse, por ejemplo, basándose en una consulta en una tabla. El sincronizador 209 puede determinar entonces la duración del intervalo de tiempo de comunicación, y, específicamente, puede determinarlo de manera que sea lo suficientemente largo para que el mensaje de respuesta se transmita completamente dentro del intervalo de tiempo de comunicación, incluyendo la adición de un margen de tiempo suficiente para permitir incertidumbres y variaciones en el tiempo de respuesta del receptor de potencia al primer mensaje.

Una vez que se ha determinado la duración del intervalo de tiempo de comunicación, se puede determinar el tiempo de inicio del intervalo de tiempo de comunicación en relación con el tiempo de la tensión de suministro mínima. Específicamente, el tiempo de inicio del intervalo de tiempo de comunicación se puede determinar de manera que el tiempo central del intervalo de tiempo de comunicación se alinee con el mínimo de señal para la señal de suministro de potencia variable. Específicamente, el sincronizador 209 puede adaptar el tiempo de inicio y/o la duración del intervalo de tiempo de comunicación de manera que el tiempo central coincida con el tiempo de la señal de suministro mínima. En el ejemplo, el tiempo de inicio se puede determinar como la mitad de la duración del intervalo de tiempo de comunicación antes del cruce por cero/mínimo para la señal/tensión de suministro de potencia.

El tiempo de inicio del intervalo de tiempo de comunicación también puede ser el tiempo de finalización del intervalo de tiempo de transferencia de potencia anterior y el tiempo de finalización del intervalo de tiempo de comunicación puede ser el tiempo de inicio del intervalo de tiempo de transferencia de potencia posterior. Por tanto, el sincronizador 209 puede controlar el accionador 201 para que apague y encienda la señal de accionamiento y la señal de transferencia de potencia en estos momentos.

En modos de realización en los que se emplea un intervalo de apagado, se puede determinar el tiempo de inicio de este intervalo de tiempo de apagado. Por ejemplo, se puede utilizar una duración y un perfil de potencia predeterminados para el intervalo de tiempo de apagado y el tiempo de inicio para la operación de apagado se puede determinar restando esta duración del tiempo de inicio determinado del intervalo de tiempo de comunicación. El sincronizador 209 puede entonces controlar el controlador 205 del transmisor de potencia para iniciar el perfil de apagado en este momento.

Si se emplea un intervalo de tiempo de encendido, el sincronizador 209 puede controlar el controlador 205 del transmisor de potencia para iniciar el encendido de acuerdo con un perfil de encendido adecuado en el momento final del intervalo de tiempo de comunicación.

El sincronizador 209 puede determinar además una temporización para transmitir el primer mensaje. La transmisión del primer mensaje puede ser específicamente de modo que se espera que dé como resultado una transmisión de un mensaje de respuesta (específicamente de duración máxima) que esté centrado en el intervalo de tiempo de comunicación.

Por ejemplo, para un primer mensaje determinado, se puede saber qué mensajes de respuesta posibles se pueden recibir y cuál es la duración máxima. Además, tras la recepción del primer mensaje, el receptor de potencia puede transmitir el mensaje de respuesta con un retardo variable que, sin embargo, se puede saber que está dentro de un intervalo determinado, por ejemplo, con un retardo entre 200-400 μ s. El sincronizador 209 puede entonces determinar el tiempo de inicio para el primer mensaje como un tiempo determinado anterior al punto central del intervalo de tiempo de comunicación, donde el tiempo determinado se determina como la duración del primer mensaje más la mitad de la duración máxima del mensaje de respuesta más el

retardo medio (300 μ s). Para un mensaje de respuesta de duración máxima y con un retardo medio, esto dará como resultado que el mensaje de respuesta se reciba en el medio/centro del intervalo de tiempo de comunicación. Si el retardo real es mayor o menor, el mensaje de respuesta puede estar desplazado con respecto al tiempo central, pero seguirá estando dentro del intervalo de tiempo de comunicación, ya que la duración de este se ha determinado para incorporar variaciones en el retardo. De manera similar, si se transmite un mensaje de respuesta de una longitud más corta que la máxima, es posible que el mensaje de respuesta no esté centrado en el intervalo de tiempo de comunicación, pero aun así se encontrará dentro del mismo. Sin embargo, el primer mensaje normalmente tendrá una duración larga y al menos una parte, y normalmente la totalidad, del primer mensaje se transmite durante el intervalo de tiempo de transferencia de potencia.

Hay que señalar que en algunos modos de realización, el receptor de potencia puede estar provisto con información relacionada con la temporización del marco de tiempo repetitivo y/o el intervalo de tiempo de transferencia de potencia y/o el intervalo de tiempo de comunicación. En dichos modos de realización, el receptor de potencia puede adaptar la temporización de la transmisión del mensaje de respuesta para que se encuentre dentro del intervalo de tiempo de comunicación. Sin embargo, en muchos modos de realización, el receptor de potencia puede simplemente transmitir un mensaje de respuesta en respuesta a la recepción de un primer mensaje adecuado. El receptor de potencia puede posiblemente funcionar sin conocimiento de la temporización del marco de tiempo repetitivo (o incluso de la existencia del mismo) y puede transmitir asincrónicamente un mensaje de respuesta al recibir un primer mensaje. Como se mencionó, la respuesta puede incluir un retraso que puede ser variable, pero el marco de tiempo repetitivo y el funcionamiento del transmisor de potencia pueden adaptarse para tener en cuenta dichas variaciones. Por tanto, en algunos modos de realización, la temporización del mensaje de respuesta está determinada por la temporización del primer mensaje, y por tanto la temporización y sincronización de la transmisión y recepción del mensaje de respuesta se logran por el transmisor de potencia, y específicamente el sincronizador 209 del transmisor de potencia.

Una ventaja concreta del planteamiento descrito es que permite intervalos de tiempo de comunicación más cortos y lapsos en blanco en la señal de transferencia de potencia. En concreto, la duración del intervalo de tiempo de comunicación no depende de la longitud del primer mensaje. Esto puede permitir que se transmitan primeros mensajes considerablemente más largos en muchos modos de realización y aplicaciones. De manera similar, se pueden incluir más datos de respuesta para la misma duración del intervalo de tiempo de comunicación que si se debe realizar una comunicación bilateral en el mismo intervalo de tiempo de comunicación.

Por lo tanto, una ventaja del planteamiento es que puede permitir que se comuniquen considerablemente más datos entre el transmisor de potencia y el receptor de potencia. Esto puede permitir nuevas aplicaciones y funcionalidades y permitir una operación de transferencia de potencia mejorada.

Hay que señalar que la descripción anterior, para mayor claridad, ha descrito modos de realización de la invención con referencia a diferentes circuitos, unidades y procesadores funcionales. Sin embargo, será evidente que se puede utilizar cualquier distribución adecuada de funcionalidad entre diferentes circuitos, unidades o procesadores funcionales sin restarle valor a la invención. Por ejemplo, la funcionalidad que se ilustra 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 solo deben considerarse como referencias a medios adecuados para proporcionar la funcionalidad descrita en lugar de ser indicativas 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 los mismos. La invención puede implementarse opcionalmente al menos parcialmente como software informático que se ejecuta en uno o más procesadores de datos y/o procesadores de señales digitales. Los elementos y componentes de un modo de 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. Por tanto, 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 algunos modos de realización, no se pretende que esté limitada a la forma específica que se establece en el presente documento. Más bien, el alcance de la presente invención está limitado únicamente por las reivindicaciones adjuntas. Además, aunque una característica puede parecer descrita en relación con modos de realización concretos, un experto en la técnica reconocería que varias características de los modos de realización descritos pueden combinarse de acuerdo con la invención. En las reivindicaciones, el término que comprende no excluye la presencia de otros elementos o etapas.

Además, aunque se enumeran individualmente, una pluralidad de medios, elementos, circuitos o etapas del método pueden implementarse mediante, por ejemplo, un único circuito, unidad o procesador. Adicionalmente, aunque se pueden incluir características individuales en diferentes reivindicaciones, es posible que se combinen de manera ventajosa, 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 es igualmente aplicable a otras categorías de reivindicaciones según corresponda. La inclusión de una característica en una reivindicación dependiente de una reivindicación independiente no implica una limitación a esta reivindicación independiente sino que indica que la característica es igualmente aplicable a otras reivindicaciones independientes 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 concreto, el orden de las etapas individuales en una reivindicación del método no implica que las etapas se deban realizar en este orden. Más bien, las etapas se pueden realizar 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 únicamente a modo de ejemplo aclaratorio y no han de interpretarse como una limitación del alcance de las reivindicaciones de ningún modo.

REIVINDICACIONES

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

un circuito (203, 103) de salida que comprende una bobina (103) transmisora dispuesta para generar la señal de transferencia de potencia en respuesta a una señal de accionamiento que se aplica al circuito (203, 103) de salida;

un accionador (201) dispuesto para generar la señal de accionamiento;

un comunicador (207) dispuesto para transmitir mensajes al receptor (105) de potencia utilizando modulación de amplitud y para recibir mensajes del receptor (105) de potencia utilizando modulación de carga;

un controlador (205) dispuesto para controlar el accionador (201) para generar la señal de accionamiento para aplicar un marco de tiempo repetitivo a la señal de transferencia de potencia que comprende al menos un intervalo de transferencia de potencia durante el cual la señal de transferencia de potencia está dispuesta para transferir potencia al receptor (105) de potencia y al menos un intervalo de tiempo de comunicación durante el cual no se aplica ninguna señal de accionamiento al circuito (203, 103) de salida; y caracterizado por comprender además:

un sincronizador (209) dispuesto para controlar el transmisor de potencia para transmitir al menos parte de un primer mensaje desde el transmisor (101) de potencia al receptor (105) de potencia durante un intervalo de tiempo de transferencia de potencia y para recibir un mensaje de respuesta desde el receptor (105) de potencia durante un intervalo de tiempo de comunicación.

2. El transmisor de potencia de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el sincronizador (209) está dispuesto para adaptar una temporización de transmisión del primer mensaje en respuesta a la propiedad de temporización del intervalo de tiempo de comunicación.

3. El transmisor de potencia de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde el sincronizador (209) está dispuesto para adaptar una propiedad de temporización del intervalo de tiempo de comunicación.

4. El transmisor de potencia de acuerdo con la reivindicación 2 o 3, en donde el sincronizador (209) está dispuesto para adaptar al menos una de la temporización de la transmisión del primer mensaje y la propiedad de temporización del intervalo de tiempo de comunicación en respuesta a una propiedad del primer mensaje.

5. El transmisor de potencia de acuerdo con la reivindicación 4, en donde la propiedad del primer mensaje es al menos una de las siguientes:

una longitud del primer mensaje; y

una propiedad de al menos un mensaje de respuesta predeterminado al primer mensaje.

6. El transmisor de potencia de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en donde la propiedad de temporización es una duración del intervalo de tiempo de comunicación.

7. El transmisor de potencia de acuerdo con la reivindicación 6, en donde el sincronizador (209) está dispuesto para adaptar la duración en respuesta a una velocidad de comunicación para comunicar al menos uno del primer mensaje y el mensaje de respuesta.

8. El transmisor de potencia de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 7, en donde el sincronizador (209) está dispuesto para adaptar la propiedad de temporización en respuesta a una propiedad del mensaje de respuesta.

9. El transmisor de potencia de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 8, en donde el accionador (201) recibe alimentación de una señal de suministro de potencia variable y el sincronizador (209) está dispuesto para adaptar la propiedad de temporización en respuesta a una temporización de variaciones en la señal de suministro de potencia variable.

10. El transmisor de potencia de acuerdo con la reivindicación 9, en donde el sincronizador (209) está dispuesto para alinear un tiempo central del intervalo de tiempo de comunicación con un mínimo de señal para la señal de suministro de potencia variable.

11. El transmisor de potencia de cualquier reivindicación anterior en donde la duración del intervalo de tiempo de comunicación no excede 1 mseg.
- 5 12. El transmisor de potencia de acuerdo con cualquier reivindicación anterior en donde el sincronizador (209) está dispuesto para terminar el intervalo de tiempo de comunicación en respuesta a una detección de un final del mensaje de respuesta.
- 10 13. El transmisor de potencia de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde el intervalo de tiempo de transferencia de potencia comprende un intervalo de apagado inmediatamente anterior al intervalo de tiempo de comunicación y el sincronizador (209) está dispuesto para cronometrar una transmisión del primer mensaje para que se transmita al menos parcialmente durante el intervalo de apagado.
- 15 14. Un método de funcionamiento para un transmisor (101) de potencia que proporciona potencia de forma inalámbrica a un receptor (105) de potencia a través de una señal de transferencia de potencia inductiva; el transmisor (101) de potencia que comprende:
un circuito (203, 103) de salida que comprende una bobina (103) transmisora dispuesta para generar la señal de transferencia de potencia en respuesta a una señal de accionamiento que se aplica al circuito (203, 103) de salida; y el método que comprende:
20 generar la señal de accionamiento;
transmitir mensajes al receptor (105) de potencia utilizando modulación de amplitud y recibir mensajes del receptor (105) de potencia utilizando modulación de carga;
25 controlar el accionador (201) para generar la señal de accionamiento para aplicar un marco de tiempo repetitivo a la señal de transferencia de potencia que comprende al menos un intervalo de transferencia de potencia durante el cual la señal de transferencia de potencia está dispuesta para transferir potencia al receptor (105) de potencia y al menos un intervalo de tiempo de comunicación durante el cual no se aplica
30 ninguna señal de accionamiento al circuito (203, 103) de salida; y
caracterizado por comprender además:
35 controlar el transmisor de potencia para transmitir al menos parte de un primer mensaje desde el transmisor (101) de potencia al receptor (105) de potencia durante un intervalo de tiempo de transferencia de potencia y para recibir un mensaje de respuesta desde el receptor (105) de potencia durante un intervalo de tiempo de comunicación.

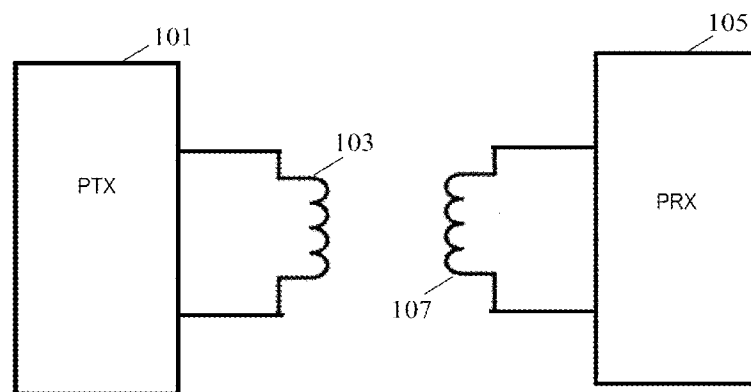


FIG. 1

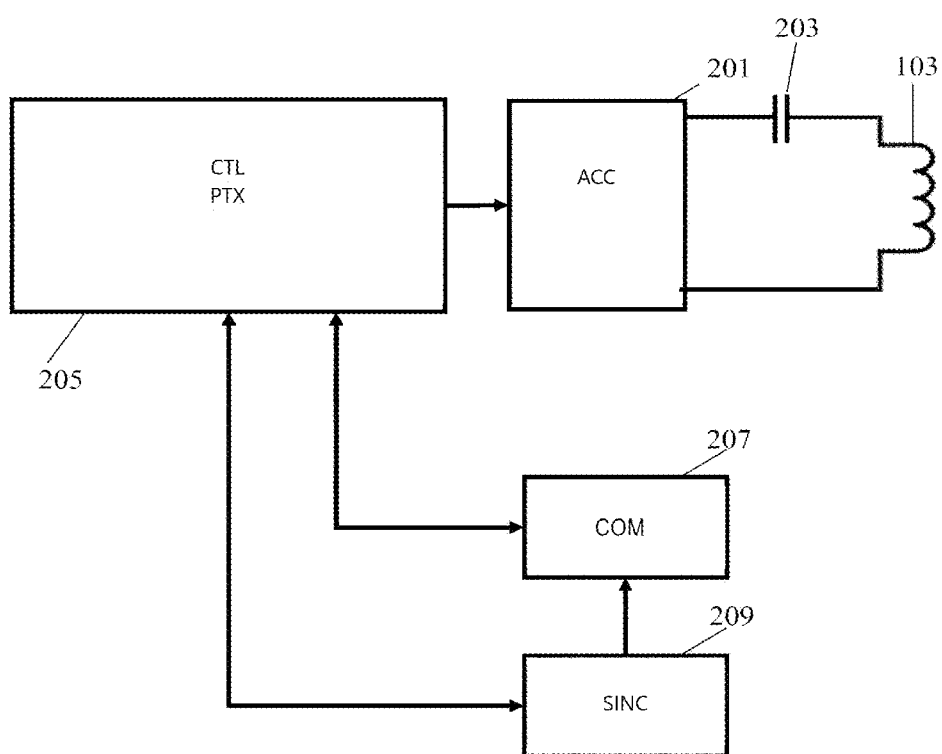


FIG. 2

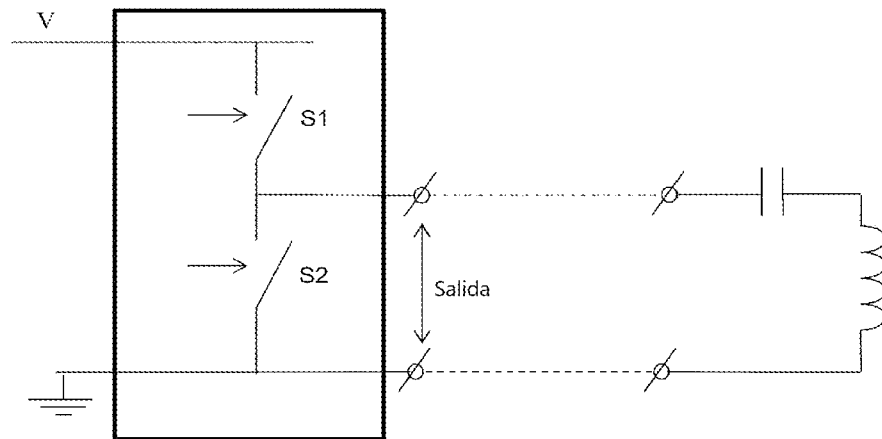


FIG. 3

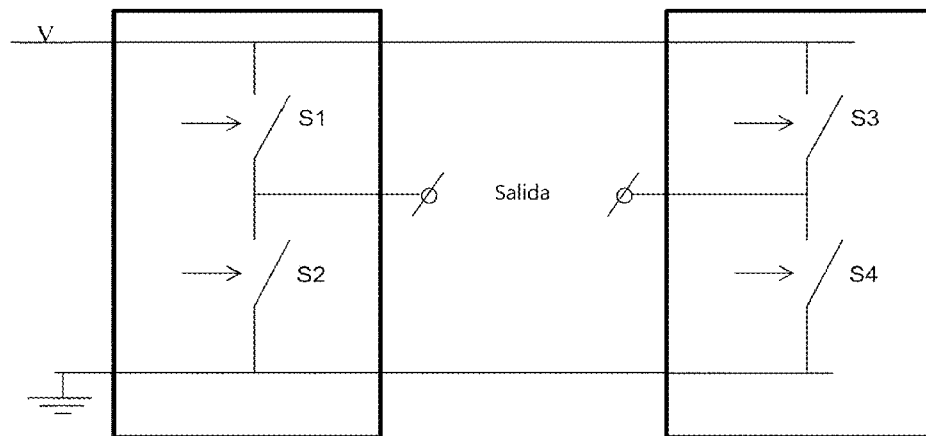


FIG. 4

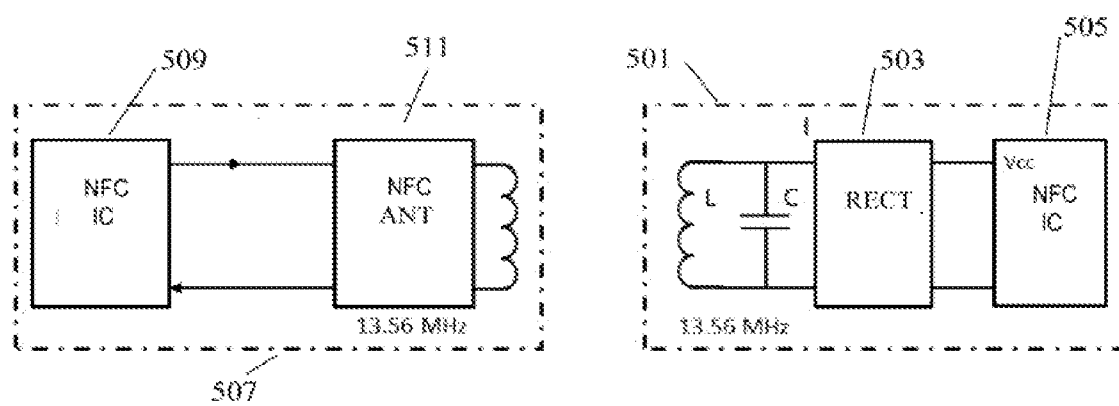


FIG. 5

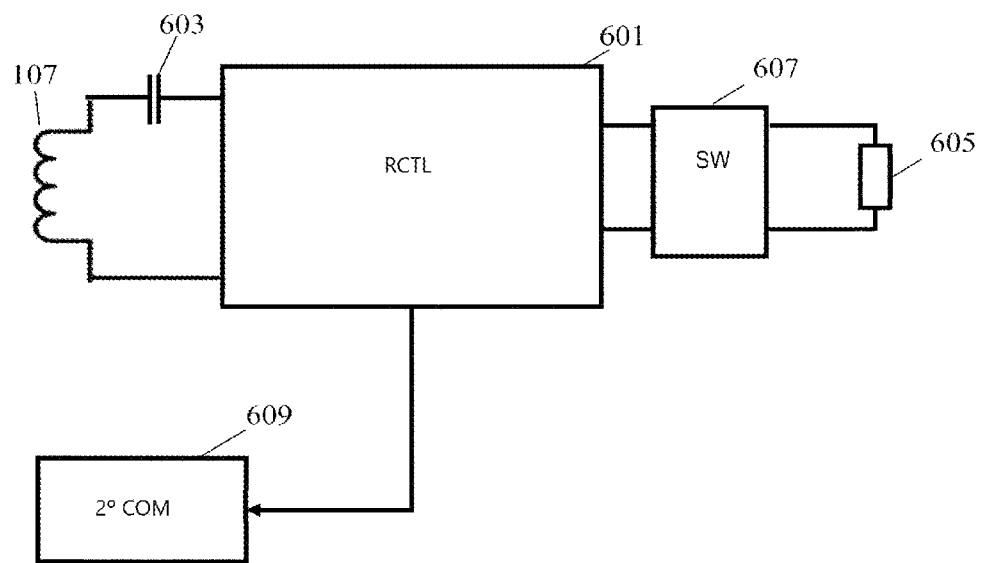


FIG. 6

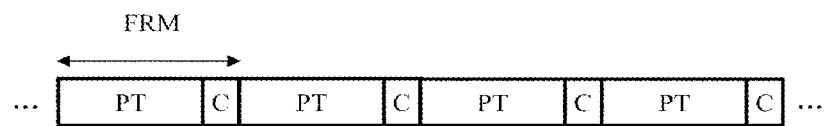


FIG. 7

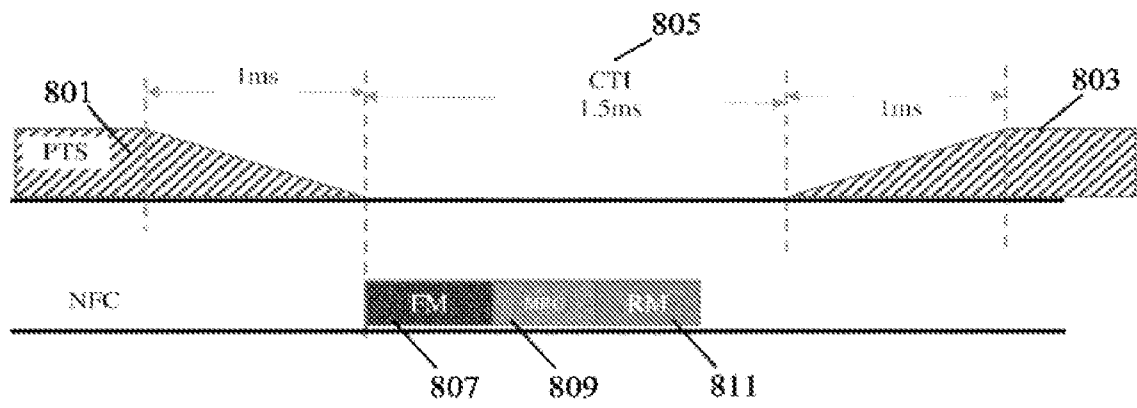


FIG. 8

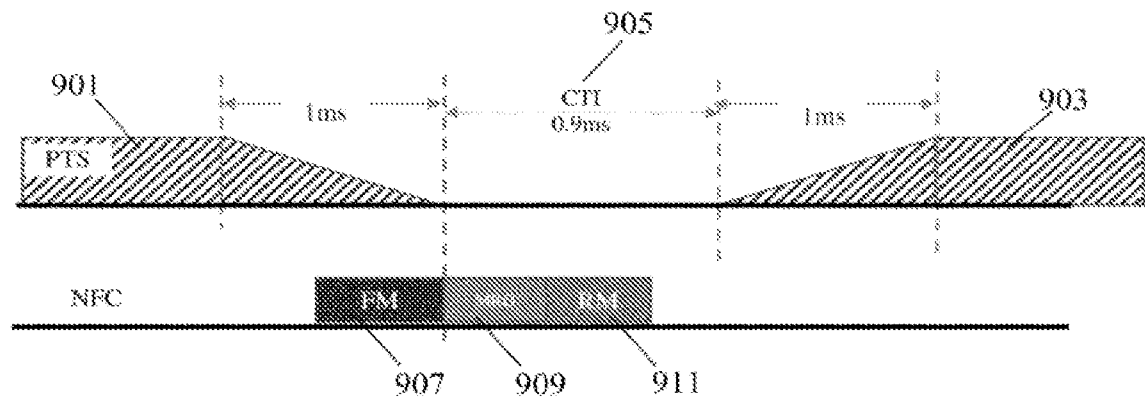


FIG. 9

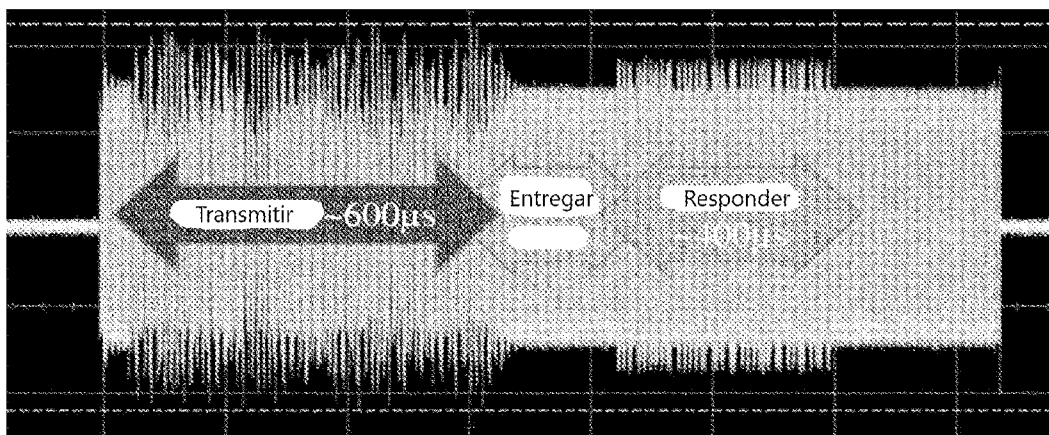


FIG. 10

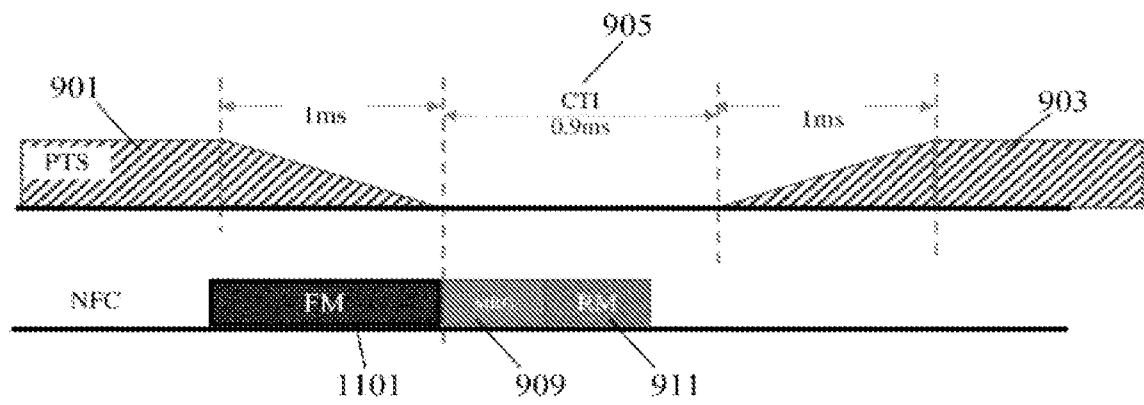


FIG. 11

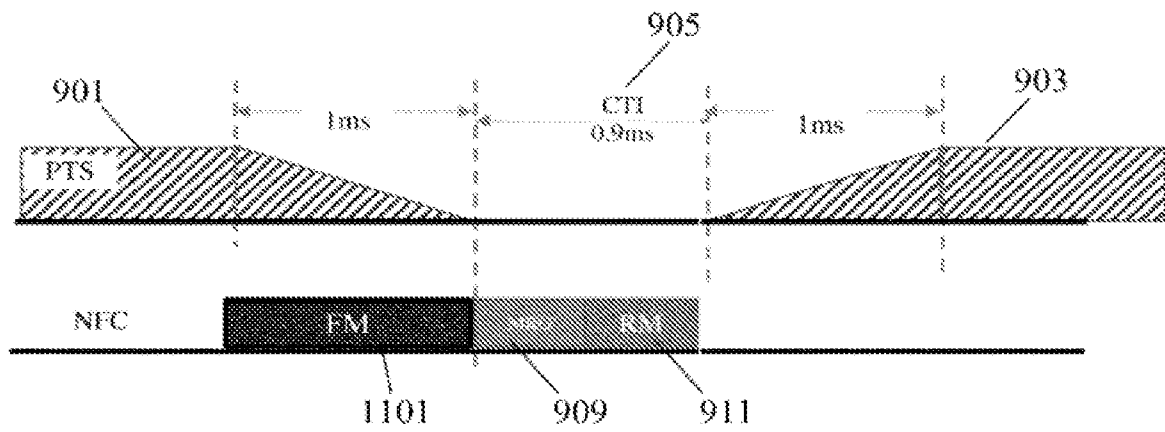


FIG. 12