

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 995 285**

51 Int. Cl.:

H02J 50/10

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.04.2022** **PCT/EP2022/059596**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.11.2022** **WO22228876**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.04.2022** **E 22721783 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2024** **EP 4331077**

54 Título: **Comunicación en un sistema de transferencia de potencia inalámbrica.**

30 Prioridad:

28.04.2021 EP 21171008

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

10.02.2025

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

AGAFONOV, ALEKSEI y
STARING, ANTONIUS, ADRIAAN, MARIA

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 995 285 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

Comunicación en un sistema de transferencia de potencia inalámbrica.

5 Campo de la invención

La invención se refiere a la transferencia de potencia inalámbrica y, en particular, pero no exclusivamente, a la transferencia de potencia inalámbrica a niveles de potencia más altos.

10 Antecedentes de la invención

La mayoría de los productos eléctricos actuales requieren un contacto eléctrico dedicado para alimentarse desde una fuente de potencia externa. Sin embargo, esto tiende a ser poco práctico y requiere que el usuario inserte físicamente conectores o de cualquier otra manera establezca un contacto eléctrico físico. Típicamente, los requisitos de potencia también difieren significativamente, y actualmente la mayoría de los dispositivos se proporcionan con su propia fuente de potencia dedicada, lo que da como resultado que un usuario típico tenga un gran número de fuentes de potencia diferentes, con cada fuente de potencia dedicada a un dispositivo específico. Aunque el uso de baterías internas puede evitar la necesidad de una conexión por cable a un suministro de energía durante el uso, esto solo proporciona una solución parcial ya que las baterías necesitarán recargarse (o reemplazarse). El uso de baterías también puede añadir sustancialmente al peso y potencialmente al costo y tamaño de los dispositivos.

Para proporcionar una experiencia de usuario significativamente mejorada, se ha propuesto usar un suministro de potencia inalámbrico en el que la potencia se transfiere de forma inductiva desde una bobina transmisora en un dispositivo transmisor de potencia a una bobina receptora en los dispositivos individuales.

La transmisión de potencia a través de la inducción magnética es un concepto bien conocido, aplicado principalmente en transformadores que tienen un acoplamiento estrecho entre un inductor/espira transmisor primario y una espira receptora secundaria. Al separar la bobina transmisora primaria y la bobina receptora secundaria entre dos dispositivos, la transferencia de potencia inalámbrica entre estos se vuelve posible en base al principio de un transformador acoplado de manera laxa.

Tal disposición permite una transferencia de potencia inalámbrica al dispositivo sin requerir ningún cable o conexión eléctrica física. De hecho, puede simplemente permitir que un dispositivo se coloque adyacente a, o encima de, la bobina del transmisor para recargarse o alimentarse externamente. Por ejemplo, los dispositivos transmisores de potencia pueden disponerse con una superficie horizontal en la que se puede colocar simplemente un dispositivo para que se alimente. Pueden encontrarse ejemplos de sistemas de transferencia de potencia inalámbrica en los documentos EP 3 381 106A1, US 2013/058380, y WO2013/035034.

Además, tales disposiciones de transferencia de potencia inalámbrica pueden diseñarse ventajosamente de manera que el dispositivo transmisor de potencia pueda usarse con una serie de dispositivos receptores de potencia. En particular, un enfoque de transferencia de potencia inalámbrica, conocido como las Especificaciones Qi, se ha definido y actualmente se está desarrollando más. Este enfoque permite que los dispositivos transmisores de potencia que cumplen con las Especificaciones Qi se usen con los dispositivos receptores de potencia que también cumplen con las Especificaciones Qi sin que estos tengan que ser del mismo fabricante o tener que ser dedicados entre sí. El estándar Qi incluye además alguna funcionalidad para permitir que la operación se adapte al dispositivo receptor de potencia específico (por ejemplo, en función de la descarga de potencia específica).

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

Para soportar una transferencia de potencia inalámbrica eficiente, los sistemas de transferencia de potencia inalámbrica, tales como los sistemas basados en Qi, utilizan una comunicación sustancial entre el transmisor de potencia y el receptor de potencia. Inicialmente, Qi solo admitió la comunicación desde el receptor de potencia hasta el transmisor de potencia mediante el uso de la modulación de carga de la señal de transferencia de potencia. Sin embargo, los desarrollos del estándar han introducido la comunicación bidireccional y muchas funciones se soportan por los 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.

En algunos sistemas, se ha propuesto usar una funcionalidad de comunicación separada y dedicada, tal como, por ejemplo, la comunicación basada en Bluetooth o NFC (Comunicación de Campo Cercano). Sin embargo, mientras que tales enfoques pueden tender a proporcionar un funcionamiento eficiente en muchos escenarios, también se asocian con una serie de desventajas, que incluyen la necesidad de un circuito de comunicación dedicado y complejo y potencialmente una certeza reducida de que el transmisor de potencia se comunica efectivamente con el

receptor de potencia que se suministra con potencia. Además, la compatibilidad con versiones anteriores, por ejemplo, con dispositivos basados en Qi, puede ser problemática para dispositivos más nuevos en base a la comunicación separada.

La comunicación mediante el uso de la modulación de carga de la señal de transferencia de potencia que transfiere potencia al receptor de potencia, sin embargo, también puede tener algunas desventajas asociadas. Por ejemplo, la modulación de carga puede tender a introducir algo de ruido eléctrico, que incluye tanto ruido en las señales de los dispositivos como también ruido electromagnético radiado. La modulación de la carga puede aumentar la interferencia electromagnética a otros dispositivos y se ha encontrado que mantener una compatibilidad electromagnética suficiente u óptima es un desafío. También se ha encontrado en la práctica que la modulación de carga puede dar como resultado la introducción de oscilaciones espurias no deseadas a la señal de transmisión y la señal de transferencia de potencia. Otra desventaja es que la modulación de carga de la señal de transferencia de potencia puede resultar en ruido acústico. Tal ruido puede resultar del impacto en los elementos mecánicos de las variaciones al campo electromagnético causado por la modulación de la carga, y específicamente puede hacer que los elementos mecánicos se muevan y vibren, lo que da como resultado la generación de un posible ruido acústico.

Aunque en algunos casos puede desearse cambiar a un enfoque de comunicación diferente que mantiene la compatibilidad hacia atrás o que reduce la cantidad de cambios necesarios para los diseños y enfoques existentes es un desafío principal que a menudo lo hace poco atractivo.

Por lo tanto, un enfoque mejorado sería ventajoso, en particular, un enfoque que permita una mayor flexibilidad, un costo reducido, una complejidad reducida, una operación de transferencia de potencia mejorada, una mayor confiabilidad, errores de comunicación reducidos, compatibilidad hacia atrás mejorada, compatibilidad electromagnética mejorada, reducción de ruido eléctrico y/o acústico, mejor comunicación y/o mejor rendimiento serían ventajosos.

El documento EP 3 381 106 A1 describe un sistema de transferencia de potencia inalámbrica con comunicación mejorada en base a la modulación de carga.

Sumario de la invención

En consecuencia, la Invención busca mitigar, aliviar o eliminar preferentemente una o más de las desventajas mencionadas anteriormente de manera individual o en cualquier combinación.

De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un transmisor de potencia para proporcionar potencia de forma inalámbrica a un receptor de potencia a través de una señal de transferencia de potencia inductiva; el transmisor de potencia que comprende: un circuito de salida que comprende una bobina del transmisor que se dispone para generar la señal de transferencia de potencia en respuesta a una señal de transmisión que se aplica al circuito de salida; un controlador que se dispone para generar la señal de transmisión; un primer comunicador que se dispone para recibir símbolos transmitidos desde el receptor de potencia mediante la modulación de carga de la señal de transferencia de potencia, cada símbolo que se representa por una secuencia de chips que es una secuencia de valores de carga de modulación y que se sincroniza con la señal de transferencia de potencia; el primer comunicador que comprende: un almacén que se dispone para almacenar un conjunto de secuencias de chips de referencia, cada secuencia de chips de referencia que se enlaza con un símbolo de datos; un correlacionador que se dispone para correlacionar una primera secuencia de chips que se recibe desde el receptor de potencia con el conjunto de secuencias de chips de referencia; un demodulador que se dispone para determinar un símbolo de datos que se recibe como el símbolo de datos que se enlaza a una secuencia de chips de referencia para la cual se determina una correlación más alta con la primera secuencia de chips; y en el que el primer comunicador se dispone para sincronizar el muestreo de la señal del circuito de salida con la señal de transferencia de potencia.

La invención puede proporcionar un rendimiento mejorado en muchas realizaciones y puede, en particular, en muchas realizaciones, proporcionar una comunicación mejorada entre un receptor de potencia y un transmisor de potencia. Puede proporcionar una transferencia de potencia mejorada en muchas realizaciones.

El enfoque puede permitir una comunicación mejorada y, en muchas realizaciones, una mejor compensación entre diferentes parámetros y características de funcionamiento. El enfoque puede, por ejemplo, permitir una comunicación altamente confiable, pero permitir que se use una profundidad de modulación reducida. El enfoque puede reducir el ruido eléctrico y/o la interferencia electromagnética y proporcionar una mejor compatibilidad electromagnética. El enfoque puede en muchos casos reducir o prevenir el ruido acústico. Además, el enfoque puede proporcionar una compatibilidad hacia atrás ventajosa y, por ejemplo, puede permitir una modificación relativamente fácil de los enfoques existentes, tales como los usados por las Especificaciones Qi. El enfoque puede reutilizar mucha funcionalidad de tales enfoques existentes. El enfoque puede permitir una implementación de baja complejidad y, sin embargo, proporcionar un rendimiento altamente eficiente. El enfoque de comunicación puede ser particularmente ventajoso para su uso en sistemas de transferencia de potencia ya que las consideraciones de ancho de banda pueden ser menos críticas en tales sistemas.

En algunas realizaciones, el transmisor de potencia puede disponerse para iniciar la comunicación con el receptor de potencia mediante el uso de una frecuencia de chip predeterminada para la modulación de carga y para cambiar la frecuencia de chip en respuesta a un mensaje recibido desde el receptor de potencia.

5 Una secuencia de chip puede ser una secuencia/patrón de valores de carga de modulación. Cada uno de estos valores de carga de modulación puede ser constante dentro de una duración de chip. Las secuencias de chips para diferentes símbolos de datos tienen diferentes secuencias/patrones de valores de carga de modulación.

10 En muchas realizaciones, la longitud de las secuencias de chips del conjunto de secuencias de chips de referencia no es inferior a 10 y no superior a 1.024 chips.

15 De acuerdo con una característica opcional de la invención, el primer comunicador comprende un muestreador dispuesto para muestrear una señal del circuito de salida y el correlacionador se dispone para determinar valores de carga de modulación de muestra a partir de muestras de la señal y para determinar valores de correlación para el conjunto de secuencias de chips de referencia que correlaciona valores de carga de modulación de muestra a las secuencias de chips de referencia del conjunto de secuencias de chips de referencia.

20 Esto puede proporcionar un rendimiento y/o funcionamiento mejorados en muchas realizaciones. En particular, puede proporcionar en muchas realizaciones una operación eficiente y de baja complejidad.

De acuerdo con una característica opcional de la invención, el primer comunicador se dispone para sincronizar la obtención de muestras de la señal del circuito de salida con la señal de transferencia de potencia.

25 Esto puede proporcionar un rendimiento y/o funcionamiento mejorados en muchas realizaciones, y puede permitir una implementación eficiente. En muchas realizaciones, puede permitir una determinación mejorada y/o facilitada de los valores de carga de modulación recibidos.

30 En algunas realizaciones, el primer comunicador se dispone para sincronizar la obtención de muestras de la señal del circuito de salida con la señal de transmisión.

De acuerdo con una característica opcional de la invención, una velocidad de muestreo del muestreo de la señal del circuito de salida es igual a una frecuencia de chip de la modulación de carga.

35 Esto puede proporcionar un rendimiento y/o funcionamiento mejorados en muchas realizaciones, y puede permitir en particular una tasa de datos aumentada mientras que aún permite una comunicación confiable y detección de carga de modulación.

40 De acuerdo con una característica opcional de la invención, una frecuencia de funcionamiento de la señal de transferencia de potencia es un múltiplo entero de una velocidad de muestreo del muestreo de la señal del circuito de salida.

Esto puede proporcionar un rendimiento y/o funcionamiento mejorados en muchas realizaciones, y puede permitir una implementación eficiente. El múltiplo entero a menudo puede no exceder 1, 2, 5, 10 o 50.

45 De acuerdo con una característica opcional de la invención, una frecuencia de funcionamiento de la señal de transferencia de potencia es un múltiplo entero de una frecuencia de chip de la modulación de carga.

50 Esto puede proporcionar un rendimiento y/o funcionamiento mejorados en muchas realizaciones, y puede permitir una implementación eficiente. El múltiplo entero a menudo puede no exceder 1, 2, 5, 10 o 50.

55 De acuerdo con una característica opcional de la invención, el transmisor de potencia comprende además un segundo comunicador dispuesto para recibir símbolos transmitidos desde el receptor de potencia mediante la modulación de carga de la señal de transferencia de potencia con un primer valor de símbolo binario que se representa la ausencia de transición de carga de modulación dentro de un tiempo de símbolo y un segundo valor de símbolo binario que se representa mediante una única transición de carga de modulación que se produce dentro del tiempo de símbolo; y en el que el transmisor de potencia se dispone para iniciar la comunicación con el receptor de potencia mediante el uso del segundo comunicador y para cambiar al primer comunicador en respuesta a la recepción de un mensaje de confirmación del receptor de potencia, el mensaje de confirmación que confirma la capacidad del receptor de potencia para comunicar símbolos mediante la modulación de carga donde cada símbolo se representa mediante una secuencia de chips.

60 Esto puede proporcionar un rendimiento y/o funcionamiento mejorados en muchas realizaciones. Puede, en particular, en muchos escenarios, proporcionar una mejor compatibilidad hacia atrás y/o facilitar la introducción de la comunicación basada en la secuencia de chips.

65

De acuerdo con una característica opcional de la invención, el transmisor de potencia comprende además un segundo comunicador dispuesto para recibir símbolos transmitidos desde el receptor de potencia mediante la modulación de carga de la señal de transferencia de potencia con un primer valor de símbolo binario que se representa mediante la ausencia de transición de carga de modulación que se produce dentro de un tiempo de símbolo y un segundo valor de símbolo binario que se representa mediante una única transición de carga de modulación que se produce dentro del tiempo de símbolo; y en el que el transmisor de potencia se dispone para iniciar la comunicación con el receptor de potencia mediante el uso del primer comunicador y para cambiar a la comunicación con el receptor de potencia mediante el uso del segundo comunicador en ausencia de recibir un mensaje de confirmación desde el receptor de potencia mediante el uso del primer comunicador.

Esto puede proporcionar un rendimiento y/o funcionamiento mejorados en muchas realizaciones. Puede, en particular, en muchos escenarios, proporcionar una mejor compatibilidad hacia atrás y/o facilitar la introducción de la comunicación basada en la secuencia de chips.

De acuerdo con una característica opcional de la invención, el transmisor de potencia comprende además un segundo comunicador dispuesto para recibir símbolos transmitidos desde el receptor de potencia mediante la modulación de carga de la señal de transferencia de potencia con un primer valor de símbolo binario que se representa por la ausencia de transición de carga de modulación que se produce dentro de un tiempo de símbolo y un segundo valor de símbolo binario que se representa mediante una única transición de carga de modulación que se produce dentro del tiempo de símbolo; y en el que el transmisor de potencia se dispone para realizar la comunicación paralela con el receptor de potencia mediante el uso tanto del primer comunicador como del segundo comunicador.

Esto puede proporcionar un rendimiento y/o funcionamiento mejorados en muchas realizaciones. Puede, en particular, en muchos escenarios, proporcionar una mejor compatibilidad hacia atrás y/o facilitar la introducción de la comunicación basada en la secuencia de chips.

De acuerdo con una característica opcional de la invención, el conjunto de secuencias de chips de referencia comprende más de dos secuencias de chips de referencia.

Esto puede proporcionar un funcionamiento y/o rendimiento particularmente ventajosos en muchas realizaciones. Puede permitir específicamente que se comuniquen símbolos de orden superior, que aumenta potencialmente de manera sustancial la velocidad de bits que se puede lograr.

De acuerdo con un aspecto de la invención se proporciona un receptor de potencia para recibir de manera inalámbrica potencia de un transmisor de potencia a través de una señal de transferencia de potencia inductiva; el receptor de potencia que comprende: un circuito de entrada que comprende una bobina receptora dispuesta para extraer potencia de la señal de transferencia de potencia; y un comunicador dispuesto para transmitir símbolos al transmisor de potencia mediante la modulación de carga de la señal de transferencia de potencia, cada símbolo se representa mediante una secuencia de chips que es una secuencia de valores de carga de modulación; el comunicador que comprende: un receptor dispuesto para recibir un primer símbolo de datos a transmitir; un determinante dispuesto para determinar una primera secuencia de chips asignada para el primer símbolo de datos; un modulador de carga dispuesto para modular la carga de la primera secuencia de chips en la señal de transferencia de potencia; y en el que el comunicador se dispone para sincronizar la modulación de carga de la primera secuencia de chips con la señal de transferencia de potencia.

En algunas realizaciones, el receptor de potencia puede comprender un segundo comunicador del receptor de potencia dispuesto para transmitir símbolos al transmisor de potencia mediante la modulación de carga de la señal de transferencia de potencia con un primer valor de símbolo binario que se representa por la ausencia de transición de carga de modulación que se produce dentro de un tiempo de símbolo y un segundo valor de símbolo binario que se representa mediante una única transición de carga de modulación que se produce dentro de un tiempo de símbolo.

En algunas realizaciones, el receptor de potencia se dispone para iniciar la comunicación con el transmisor de potencia mediante el uso del segundo comunicador del receptor de potencia y para cambiar al primer comunicador del receptor de potencia en respuesta a la recepción de un mensaje de confirmación del transmisor de potencia, el mensaje de confirmación que confirma una capacidad del transmisor de potencia para comunicar símbolos por modulación de carga donde cada símbolo se representa mediante una secuencia de chips.

En algunas realizaciones, el receptor de potencia se dispone para comunicar iniciar la comunicación con el transmisor de potencia mediante el uso del primer comunicador del receptor de potencia y para cambiar a la comunicación con el transmisor de potencia mediante el uso del segundo comunicador del receptor de potencia en ausencia de recibir un mensaje de confirmación del transmisor de potencia mediante el uso del primer comunicador del receptor de potencia.

En algunas realizaciones, el receptor de potencia se dispone para realizar la comunicación paralela con el transmisor de potencia mediante el uso tanto del primer comunicador del receptor de potencia como del segundo comunicador del receptor de potencia.

De acuerdo con un aspecto de la invención se proporciona un procedimiento de funcionamiento para un transmisor de potencia para proporcionar 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 del transmisor que se dispone para generar la señal de transferencia de potencia en respuesta a una señal de transmisión que se aplica al circuito de salida; y un primer comunicador que se dispone para recibir símbolos transmitidos desde el receptor de potencia mediante la modulación de carga de la señal de transferencia de potencia, cada símbolo que se representa mediante una secuencia de chips que es una secuencia de valores de carga de modulación y que se sincroniza con la señal de transferencia de potencia; el procedimiento que comprende: generar la señal de transmisión; almacenar un conjunto de secuencias de chips de referencia, cada secuencia de chips de referencia que se enlaza con un símbolo de datos; correlacionar una primera secuencia de chips que se recibe desde el receptor de potencia con el conjunto de secuencias de chips de referencia; determinar un símbolo de datos que se recibe como el símbolo de datos que se enlaza con una secuencia de chips de referencia para la cual se determina la correlación más alta con la primera secuencia de chips; y sincronizar el muestreo de la señal del circuito de salida (203, 103) con la señal de transferencia de potencia.

De acuerdo con un aspecto de la invención se proporciona un procedimiento de operación para un receptor de potencia para recibir potencia de forma inalámbrica desde un transmisor de potencia a través de una señal de transferencia de potencia inductiva; el receptor de potencia que comprende: un circuito de entrada que comprende una bobina receptora dispuesta para extraer potencia de la señal de transferencia de potencia; y un comunicador dispuesto para transmitir símbolos al transmisor de potencia mediante la modulación de carga de la señal de transferencia de potencia, cada símbolo se representa mediante una secuencia de chips que es una secuencia de valores de carga de modulación; el procedimiento que comprende: recibir un primer símbolo de datos a transmitir; determinar una primera secuencia de chips asignada para el primer símbolo de datos; la modulación de carga de la primera secuencia de chips en la señal de transferencia de potencia y sincronizar la modulación de carga de la primera secuencia de chips con la señal de transferencia de potencia.

Estos y otros aspectos, características y ventajas de la invención serán evidentes y se explicarán con referencia a la(s) realización(es) descrita(s) en la presente memoria.

Breve descripción de las figuras

Las realizaciones de la invención se describirán, a manera de ejemplo solamente, con referencia a las figuras, en las que:

La Figura 1 ilustra un ejemplo de elementos de un sistema de transferencia de potencia de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;

La Figura 2 ilustra un ejemplo de elementos de un transmisor de potencia de acuerdo con algunas realizaciones 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 un receptor de potencia de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;

La Figura 6 ilustra un ejemplo de elementos de un comunicador para un transmisor de potencia de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;

La Figura 7 ilustra un ejemplo de secuencias de chips; y

La Figura 8 ilustra un ejemplo de elementos de un comunicador para un receptor de potencia de acuerdo con algunas realizaciones de la invención.

Descripción detallada de las realizaciones

La siguiente descripción se centra en realizaciones de la invención aplicables a un sistema de transferencia de potencia inalámbrica de alta potencia que utiliza un enfoque de transferencia de potencia tal como se conoce de la Especificación Qi. Sin embargo, se apreciará 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 algunas realizaciones de la invención. El sistema de transferencia de potencia comprende un transmisor de potencia 101 que incluye (o está acoplado a) una bobina transmisora/inductora 103. El sistema comprende además un receptor de potencia 105 que incluye (o está acoplado a) una bobina receptora/inductor 107.

El sistema proporciona una señal de transferencia de potencia electromagnética inductiva que puede transferir potencia de forma inductiva desde el transmisor de potencia 101 al receptor de potencia 105. Específicamente, el

transmisor de potencia 101 genera una señal electromagnética, que se propaga como un flujo magnético por la bobina del transmisor o inductor 103. La señal de transferencia de potencia puede tener típicamente una frecuencia de entre aproximadamente 20 kHz a aproximadamente 500 kHz. La bobina transmisora 103 y la bobina receptora de potencia 107 están acopladas de manera suelta y, por tanto, la bobina receptora de potencia 107 recoge (al menos parte de) la señal de transferencia de potencia del transmisor de potencia 101. Por tanto, la potencia se transfiere desde el transmisor de potencia 101 al receptor de potencia 105 a través de un acoplamiento inductivo inalámbrico desde la bobina del transmisor 103 a la bobina de recepción de potencia 107. El término señal de transferencia de potencia se usa principalmente para referirse a la señal inductiva/campo magnético entre la bobina transmisora 103 y la bobina receptora de potencia 107 (la señal de flujo magnético), pero se apreciará que por equivalencia también puede considerarse y usarse como una referencia a una señal eléctrica proporcionada a la bobina transmisora 103 o recogida por la bobina receptora de potencia 107.

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

A continuación, se describirá la operación del transmisor de potencia 101 y el receptor de potencia 105 con referencia específica a una realización generalmente de acuerdo con las Especificaciones Qi (excepto por las modificaciones y mejoras (o consecuentes) descritas en la presente memoria). Muchos sistemas de transferencia de potencia inalámbrica utilizan la transferencia de potencia resonante donde la bobina transmisora 103 es parte de un circuito de resonancia y típicamente la bobina receptora 107 también es parte de un circuito de resonancia. En muchas realizaciones, los circuitos de resonancia pueden ser circuitos de resonancia en serie y, por tanto, la bobina transmisora 103 y la bobina receptora 107 pueden acoplarse en serie con un condensador 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 apropiado. Este circuito 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 punto de ajuste, se puede generar una señal de error. El receptor de potencia envía esta señal de error a la función de control de potencia en el transmisor de potencia para reducir el error estático, idealmente a cero.

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

El transmisor de potencia 101 incluye un controlador 201 que puede generar una señal de transmisión que se alimenta a la bobina del transmisor 103 que a su vez genera la señal de transferencia de potencia electromagnética que proporciona de esta manera una transferencia de potencia al receptor de potencia 105. La bobina transmisora 103 es parte de un circuito de resonancia de salida que comprende la bobina transmisora 103 y un condensador 203. En el ejemplo, el circuito de resonancia de salida es un circuito de resonancia en serie, pero se apreciará que en otras realizaciones, el circuito de resonancia de salida puede ser un circuito de resonancia en paralelo. Se apreciará que puede usarse cualquier circuito de resonancia adecuado, que incluye uno que usa múltiples inductores y/o condensadores.

El controlador 201 genera la corriente y la tensión que se alimenta al circuito de resonancia de salida y, por tanto, a la bobina del transmisor 103. El controlador 201 es típicamente 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 típicamente un puente de conmutación que genera la señal de transmisión mediante la conmutación adecuada de los interruptores del puente de conmutación. La Figura 3 muestra un puente de conmutación de medio puente/inversor. Los interruptores S1 y S2 se controlan de manera que nunca se cierran al mismo tiempo. Alternativamente, S1 está cerrado mientras S2 está abierto y S2 está cerrado mientras S1 está abierto. Los conmutadores se abren y cierran con la frecuencia deseada, que genera de esta manera una señal alterna en la salida. Típicamente, la salida del inversor se conecta al inductor del transmisor a través de un condensador de resonancia. La Figura 4 muestra un puente de conmutación de puente de inversor de puente completo. Los interruptores 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. Alternativamente, los conmutadores S1 y S4 están cerrados mientras que S2 y S3 están abiertos, y luego S2 y S3 están cerrados mientras que S1 y S4 están abiertos, que crea de esta manera una señal de onda cuadrada en la salida. Los interruptores se abren y cierran con la frecuencia deseada.

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

El controlador del transmisor de potencia 205 se dispone en particular para controlar la generación de la señal de transmisión por el controlador 201, y puede controlar específicamente el nivel de potencia de la señal de transmisión, y en consecuencia el nivel de la señal de transferencia de potencia generada. El controlador del transmisor de potencia 205 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 de potencia 105 durante la fase de transferencia de potencia.

Para comunicarse con el receptor de potencia, el transmisor de potencia 101 comprende además un primer comunicador 207 que se dispone para comunicarse con un comunicador complementario de un receptor de potencia. El primer comunicador 207 se dispone específicamente para comunicarse con el (comunicador complementario del) receptor de potencia mediante el uso de la señal de transferencia de potencia como una portadora de comunicación. En particular, la comunicación desde el transmisor de potencia al receptor de potencia puede ser por modulación de frecuencia, fase y/o amplitud de la señal de transferencia de potencia. El receptor de potencia puede evaluar la señal inducida en la bobina receptora 107 (desde la señal de transferencia de potencia) y demodular esto de acuerdo con la modulación utilizada que extrae de esta manera los datos transmitidos en la dirección hacia adelante (desde el transmisor de potencia al receptor de potencia).

En la dirección inversa desde el receptor de potencia al transmisor de potencia, el receptor de potencia puede modular la carga de la señal de transferencia de potencia para comunicar datos al transmisor de potencia.

Como será bien conocido por el experto, para la modulación de carga, un cambio de carga de la señal de transferencia de potencia por el receptor de potencia puede ser detectado por el primer comunicador 207 y el receptor de potencia puede cambiar la carga de acuerdo con los valores de datos a transmitir.

La modulación de carga es el procedimiento para que el receptor de potencia se comunique mensajes de control u otros datos al transmisor de potencia en el estándar de potencia inalámbrica Qi. Típicamente, existen dos formas principales de realizar la modulación de carga, a saber, cambiar directamente la carga resistiva/extracción de potencia del circuito de entrada y/o desajustar la resonancia del circuito de entrada, por ejemplo, al cambiar una carga reactiva del circuito de entrada (típicamente, al conmutar un condensador en/fuera de línea con los datos a transmitir). En el lado del receptor de potencia, pueden usarse enfoques similares para la modulación de carga de la señal de transferencia de potencia, y los enfoques de detección como se conocen para Qi pueden usarse para detectar las variaciones de carga en el lado del transmisor de potencia. Por ejemplo, una medición directa de un nivel de potencia o amplitud de corriente de la señal de transmisión puede usarse como indicaciones de la carga, y por lo tanto las variaciones de modulación de carga, por el receptor de potencia como se conocerá al experto.

La Figura 5 ilustra algunos elementos ilustrativos del receptor de potencia 105.

En el ejemplo, la bobina receptora 107 está acoplada a un controlador del receptor de potencia 501 a través de un condensador 503 que junto con la bobina receptora 107 forma un circuito de resonancia de entrada. Por tanto, la transferencia de potencia puede ser una transferencia de potencia resonante entre circuitos de resonancia. En otras realizaciones, 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 del receptor de potencia 501 acopla la bobina receptora 107 a una carga 505 a través de un interruptor 507. El controlador del receptor de potencia 501 incluye una ruta de control de potencia que convierte la potencia extraída por la bobina receptora 107 en un suministro adecuado para la carga 505. En algunas realizaciones, el controlador del receptor de potencia 501 puede proporcionar una trayectoria de potencia directa que simplemente conecta el circuito de resonancia de entrada al interruptor 507 o la carga 505, es decir, la trayectoria de potencia del controlador del receptor de potencia 501 puede simplemente implementarse mediante dos cables. En otras realizaciones, la trayectoria de potencia puede incluir, por ejemplo, rectificadores y posiblemente condensadores de suavizado para proporcionar una tensión de CC. En otras realizaciones más, la trayectoria de potencia puede incluir funciones más complejas, tales como, por ejemplo, circuitos de control de tensión, circuitos de ajuste de impedancia, circuitos de control de corriente, etc. De manera similar, se apreciará que el interruptor 507 solo puede estar presente en algunas realizaciones y que en algunas realizaciones la carga 505 puede acoplarse de manera permanente al circuito de resonancia de entrada.

Además, el controlador del receptor de potencia 501 puede incluir varias funcionalidades del controlador del receptor de potencia requeridas para realizar la transferencia de potencia, y en particular funciones requeridas para realizar la transferencia de potencia de acuerdo con las Especificaciones de Qi.

El controlador del receptor de potencia 501 comprende además un primer comunicador del receptor de potencia 509 que se dispone para comunicar datos con el transmisor de potencia. El primer comunicador receptor de potencia 509 es el comunicador complementario al primer comunicador 207 y se dispone específicamente para recibir datos que se han modulado en amplitud, fase y/o frecuencia en la señal de transferencia de potencia. También se dispone para transmitir datos al transmisor de potencia mediante la modulación de carga de la señal de transferencia de potencia. Por ejemplo, el primer comunicador del receptor de potencia 509 se puede disponer para conmutar en/salida un

condensador de comunicación, por ejemplo, posicionado en paralelo con el controlador del receptor de potencia 501 o con el condensador de resonancia 503 de manera que sea capaz de variar la frecuencia de resonancia y la carga de la señal de transferencia de potencia.

El primer comunicador del receptor de potencia 509 puede acoplarse al controlador del receptor de potencia 501 y disponerse para proporcionar los datos recibidos al controlador del receptor de potencia 501 para su procesamiento, y para recibir los datos del controlador del receptor de potencia 501 para su transmisión al transmisor de potencia. Por ejemplo, el primer receptor de potencia puede recibir datos de control de error de potencia desde el controlador del receptor de potencia 501 y puede transmitir mensajes de control de error de potencia correspondientes al transmisor de potencia mediante el uso de la modulación de carga.

En funcionamiento, el sistema se dispone para controlar la señal de transmisión de manera que la señal de transferencia de potencia alcance los parámetros/propiedades de funcionamiento adecuados y de manera que la transferencia de potencia opere en un punto de funcionamiento adecuado. Para hacerlo, el transmisor de potencia se dispone para controlar un parámetro de la señal de transmisión que utiliza un bucle de control de potencia donde una propiedad de potencia de la señal de transferencia de potencia/señal de transmisión se controla en respuesta a los mensajes de error de control de potencia que se reciben desde el receptor de potencia.

A intervalos regulares y típicamente frecuentes, el receptor de potencia transmite un mensaje de error de control de potencia al transmisor de potencia. En algunas realizaciones, puede transmitirse un mensaje de cambio de punto de ajuste de potencia directa que indica un nivel de potencia absoluto deseado (en lugar de un mensaje de error relativo). El receptor de potencia 105 comprende la funcionalidad para soportar dicho bucle de control de potencia, por ejemplo, el controlador del receptor de potencia 501 puede monitorear de forma continua la potencia o la tensión de una señal de carga proporcionada a la carga y detectar si esto 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 el nivel de potencia de la señal de transferencia de potencia se aumente o disminuya, y puede transmitir este mensaje de error de control de potencia al transmisor de potencia. Tales mensajes de control de error, así como otros mensajes, pueden transmitirse mediante modulación de carga.

La modulación de carga puede proporcionar una operación ventajosa en muchos sistemas y aplicaciones y tiende a proporcionar una operación confiable y de baja complejidad adecuada para los sistemas de transferencia de potencia donde se genera una señal de transferencia de potencia con el propósito de transferir potencia. La reutilización de la señal de transferencia de potencia como portadora de comunicación puede reducir típicamente la complejidad y requerir menos circuitos, que reduce así el costo.

Sin embargo, la modulación de carga como se usa en, por ejemplo, Qi también tiene algunas desventajas asociadas. Tales desventajas pueden estar relacionadas, por ejemplo, con problemas tales como la compatibilidad electromagnética, la calidad de la comunicación (tasa de error de bits) y el ruido audible.

La modulación de la carga puede crear componentes adicionales en el espectro electromagnético que causan interferencia electromagnética adicional y ruido eléctrico. Además, se ha encontrado que en muchos casos, los cambios en el campo electromagnético causados por la modulación de la carga pueden causar fuerzas mecánicas y movimiento que resultan en ruido audible. También se ha encontrado que la fuerte modulación de carga puede perturbar el equilibrio de energía en el sistema de potencia inalámbrica, lo que da como resultado oscilaciones espurias dentro del espectro de la portadora de comunicación. En presencia de oscilaciones espurias, el transmisor de potencia inalámbrica a menudo no puede demodular correctamente la señal y, por lo tanto, tiene que interrumpir el suministro de potencia para mantener operaciones seguras.

Los problemas tienden a exacerbarse para niveles de transferencia de potencia más altos. De hecho, a medida que aumentan los niveles de potencia de la señal de transferencia de potencia, típicamente se requiere que el cambio de carga para la modulación de carga también aumente. Típicamente, la modulación de carga debe ser una fracción adecuada del nivel de potencia, o nivel de potencia máximo, de la señal de transferencia de potencia. Por ejemplo, se puede requerir que la modulación de carga provocada por la modulación de carga tenga una magnitud de no menos de, por ejemplo, aproximadamente el 1 % de la carga general del receptor de potencia (es decir, la variación de carga para la bobina de receptor provocada por la modulación de carga puede requerirse que sea no menos del 1 % de la carga total de la bobina de receptor 107). Qi se introdujo originalmente para aplicaciones de menor potencia de menos de 5 W o más. Para tales niveles de potencia más bajos, el impacto de las desventajas de la modulación de carga es relativamente manejable o incluso sustancialmente insignificante. Sin embargo, los niveles de potencia máximos para Qi se han aumentado actualmente a un valor máximo de 15 W y se está trabajando para aumentar esto aún más a un nivel máximo de 45 W. Sin embargo, para tales niveles de potencia, las desventajas mencionadas anteriormente tienden a ser significativas, y pueden proporcionar un gran obstáculo al desarrollo adicional de las Especificaciones de Qi.

El sistema de las Figuras 1, 2 y 5 utiliza un enfoque que en muchas situaciones puede abordar uno o más de los problemas asociados con la modulación de carga. En el enfoque, se emplea la modulación de carga, pero cada símbolo se representa mediante una secuencia de chips que comprende una pluralidad de chips, y típicamente que

comprende una secuencia de 10 a 1.023 chips. Por lo tanto, en lugar de simplemente variar la carga de acuerdo con cada símbolo o bit, el primer comunicador del receptor de potencia 509 se dispone para transmitir un símbolo dado (típicamente un bit) mediante una serie de cambios y variaciones de carga donde los cambios y variaciones son diferentes para cada símbolo. Específicamente, puede definirse una secuencia de chips para cada símbolo y cuando se transmite un símbolo dado, el primer comunicador receptor de potencia 509 puede recuperar la secuencia de chips para ese símbolo específico y proceder a cargar modular la señal de transferencia de potencia de acuerdo con la secuencia de chips para el símbolo.

De manera similar, el primer comunicador 207 puede detectar la modulación de carga que considera toda la secuencia y, específicamente, puede buscar determinar el símbolo de recepción como el que tiene el patrón de variación de carga detectado que más se asemeja al patrón de secuencia de chips para ese símbolo.

Tal enfoque puede permitir en particular reducir sustancialmente la profundidad de modulación, es decir, la magnitud de las variaciones de carga, que puede por ejemplo reducir el ruido y la interferencia electromagnéticos, puede reducir el ruido acústico y puede reducir las oscilaciones espurias. También puede en muchas realizaciones dar como resultado relaciones señal-ruido mejoradas y puede dar como resultado una comunicación sustancialmente mejorada y a menudo más confiable con, por ejemplo, a menudo una tasa de error de bits más baja. Por tanto, se puede lograr una transferencia de potencia general mejorada.

La Figura 6 ilustra un ejemplo de algunos elementos del primer comunicador del receptor de potencia 509. El primer comunicador receptor de potencia 509 comprende específicamente un receptor de símbolos 601 que se dispone para recibir los símbolos de datos que se transmitirán al transmisor de potencia. Por ejemplo, pueden recibirse símbolos de datos de control de error para la transmisión al transmisor de potencia. Típicamente, los símbolos de datos pueden ser binarios, pero en algunos casos pueden usarse símbolos de modulación de orden superior (es decir, con más de dos valores posibles). En algunos casos, tales símbolos de datos de orden superior pueden corresponder a una combinación de bits de datos recibidos. Por ejemplo, dos bits pueden combinarse en un solo símbolo de datos cuaternario. Tal combinación puede ser posible tanto cuando los bits de datos están relacionados como cuando son, por ejemplo, completamente independientes.

El receptor de símbolos 601 se acopla a un determinador de chip 603 que se dispone para determinar una secuencia de chip asignada para el símbolo de datos recibido. Específicamente, el determinador de chips 603 comprende un almacén que almacena un conjunto de secuencias de chips de referencia donde cada secuencia de chips de referencia se vincula a un valor de símbolo de datos específico. La Figura 7 ilustra un ejemplo de partes de dos posibles secuencias de chips. Cada secuencia de chips comprende una secuencia de chips con cada chip que tiene un nivel de carga de modulación constante seleccionado de un conjunto de niveles de modulación. Típicamente, el conjunto de niveles de modulación es de dos, correspondiente a una secuencia de chips binaria donde los niveles de carga de modulación pueden cambiar entre dos niveles posibles. Por tanto, un tiempo de símbolo se divide en una pluralidad de intervalos de chip con el nivel de carga de modulación para cada intervalo de chip seleccionado de un conjunto predeterminado de niveles de carga de modulación y con las secuencias de niveles de carga de modulación de los chips que son diferentes para diferentes secuencias de chips. Típicamente, cada secuencia incluye al menos diez chips, y a menudo sustancialmente más. En muchas realizaciones, cada secuencia de chips puede tener una longitud de 2^{N-1} donde N es un número entero de típicamente no menos de 4.

Cada una de las secuencias de chips almacenadas se asigna a un símbolo. Por tanto, cada posible valor de símbolo de datos que puede ser necesario transmitir al transmisor de potencia puede tener una secuencia de chips vinculada/ asociada. Por ejemplo, donde solo son posibles dos símbolos de datos, es decir, donde se implementa una comunicación binaria, el conjunto de secuencias de chips puede comprender solo dos secuencias de chips.

Cuando el receptor de potencia está a punto de transmitir un símbolo de datos, el valor se alimenta al receptor de símbolo 601 desde el controlador del receptor de potencia 501 y luego al determinador de chip 603 que procede a determinar la secuencia de chip que se vincula al valor de datos a transmitir.

La secuencia de chips determinada se alimenta entonces a un modulador de carga 605 que se dispone para modular la primera secuencia de chips en la señal de transferencia de potencia. Específicamente, una carga de modulación puede cambiarse (encendido/apagado) en línea con los chips, es decir, la carga puede cambiarse de acuerdo con los valores de carga de modulación de la secuencia de chips.

Por tanto, en el ejemplo, cada símbolo (típicamente el intervalo de tiempo de bit) se divide en una pluralidad (típicamente al menos 10) de intervalos de chip con la carga de modulación que es constante dentro de cada intervalo de chip y con las cargas de modulación que varían (cambian o no cambian) entre los intervalos de chip de acuerdo con un patrón que es diferente para cada secuencia de chip.

La Figura 8 ilustra un ejemplo de elementos del primer comunicador 207. El primer comunicador 207 puede comprender un detector de carga 801 que se dispone para detectar las variaciones de carga de la señal de transferencia de potencia para determinar una secuencia de variación de carga de la señal de transferencia de potencia y/o la señal de transmisión. Por tanto, la secuencia de variación de carga corresponde a la secuencia de chips recibida. Por ejemplo, el valor de carga de la señal de transmisión (por ejemplo, la corriente y/o la potencia)

puede medirse y muestrearse en intervalos de tiempo correspondientes a los intervalos de chip durante un tiempo en el que se espera que se reciba un mensaje desde el receptor de potencia. En algunos casos, los valores pueden normalizarse y cuantificarse, por ejemplo, si se usan secuencias de chips binarias, el detector de carga puede generar una secuencia de valores binarios, por ejemplo, que representan una carga mayor y una carga menor. Por tanto, una secuencia de chip recibida de modulación de carga se genera a partir de la obtención de la(s) señal(es) del circuito de salida.

El detector de carga 801 proporciona la secuencia de chip recibida de valores de carga de modulación a un detector de chip 803 que se acopla además a una memoria de secuencia de chips 805. El almacén de secuencias de chips 805 almacena un conjunto de secuencias de chips de referencia que corresponden específicamente a las secuencias de chips que se almacenan y usan por el receptor de potencia. Por tanto, el primer comunicador 207 comprende una representación local de las secuencias de chips usadas por el receptor de potencia. El almacén de chips 805 comprende un conjunto de secuencias de chips de referencia con cada secuencia de chips de referencia que se enlaza a un símbolo de datos específico. Por tanto, el receptor de potencia y el transmisor de potencia comprenden los enlaces correspondientes entre las secuencias de chips de referencia y los símbolos de datos.

El detector de chips 803 se dispone para correlacionar la secuencia de chips recibida con cada una de las secuencias de chips de referencia y puede determinar un valor de correlación que indica cuán de cerca coincide la secuencia de chips de recepción con cada una de las secuencias de referencia almacenadas.

Los valores de correlación y los símbolos asociados se alimentan a un demodulador 807 que se dispone para determinar el símbolo de datos recibido como el símbolo de datos que tiene la mayor correlación con la secuencia de chips recibida.

Por tanto, el receptor de potencia es capaz de transmitir datos al transmisor de potencia mediante el uso de la modulación de carga, pero mediante el uso de secuencias de chips típicamente largas para cada símbolo de datos. El enfoque puede proporcionar una comunicación y operación sustancialmente mejoradas en muchas realizaciones. En particular, se puede aumentar sustancialmente el rendimiento y la fiabilidad de la comunicación, y especialmente la relación de señal a ruido de símbolo. Esto puede permitir que la profundidad de modulación, y específicamente las variaciones de la carga de modulación con relación al nivel de la señal de transferencia de potencia/nivel de transferencia de potencia, se reduzcan sustancialmente. De hecho, en muchos casos, la profundidad de modulación puede reducirse por un factor de 10, 100 o incluso mayor. Esto puede reducir y mitigar muchas de las desventajas de usar la modulación de carga y puede, por ejemplo, reducir la interferencia electromagnética, reducir el ruido eléctrico, reducir el ruido mecánico, prevenir o mitigar las oscilaciones espurias, etc.

Por ejemplo, mediante el uso de una velocidad de chip correspondiente a la velocidad de bits utilizada en Qi, que puede ser hasta 2 kbps de velocidad de comunicación, la mejora en la relación señal/ruido puede aumentarse en una cantidad correspondiente a la longitud de la secuencia. Por ejemplo, el uso de longitudes de bits de 63 o 127 puede aumentar la relación de energía de símbolo a ruido en una cantidad correspondiente, lo que permite que la profundidad de modulación se reduzca de manera correspondiente en un factor de 63 o 127 mientras se mantiene la misma tasa de error de bits.

Una desventaja de tal enfoque puede ser que la tasa de comunicación efectiva puede reducirse. Por ejemplo, el uso de longitudes de secuencia de 63 o 127 puede reducir la velocidad de transmisión efectiva a 30,7 o 15,7 bps, respectivamente. Para abordar esto, la duración del intervalo de tiempo del chip puede reducirse. La reducción puede ser un compromiso adecuado entre la tasa de comunicación deseada y el rendimiento de error de bits y puede seleccionarse para la aplicación e implementación específicas. El aumento de la velocidad del chip puede tener el efecto de que el ancho de banda y el espectro de frecuencia requeridos de la modulación de carga puedan aumentar en consecuencia, y potencialmente en una gran cantidad. Sin embargo, es una ventaja particular del enfoque actual que la comunicación en un sistema de transferencia de potencia inalámbrica no se restringe típicamente por el ancho de banda o incluso es sensible al ancho de banda de la comunicación y, por tanto, tal ancho de banda adicional puede estar disponible típicamente sin afectar otra funcionalidad o rendimiento.

En muchas realizaciones, el sistema puede disponerse para sincronizar la comunicación de modulación de carga con la señal de transferencia de potencia.

En muchas realizaciones, el primer comunicador del receptor de potencia 509 puede disponerse específicamente para sincronizar la modulación de carga de la primera secuencia de chips con la señal de transferencia de potencia. La señal de transferencia de potencia tiene una frecuencia de funcionamiento que está típicamente en el rango de 10 kHz-500 kHz y para Qi a menudo está alrededor de 100 kHz. El primer comunicador del receptor de potencia 509 puede sincronizar los intervalos de tiempo del chip para sincronizarse con las oscilaciones y los períodos de la señal de transferencia de potencia. Por ejemplo, en muchas realizaciones, el primer comunicador del receptor de potencia 509 puede usar una duración de chip/intervalo de tiempo que es un múltiplo del período de la señal de transferencia de potencia. Por tanto, cada chip puede tener una duración que es un múltiplo del tiempo del período de la señal de transferencia de potencia, es decir, la duración del intervalo de chip puede ser $N \cdot T$ donde N es un número entero y T es la duración de un período de la señal de transferencia de potencia/señal de transmisión.

En muchas realizaciones, el primer comunicador del receptor de potencia 509 puede no solo sincronizar la duración de los intervalos de chip con las duraciones de los períodos de la señal de transferencia de potencia, sino que también puede sincronizar los tiempos de inicio y/o parada de los chips con el tiempo de la señal de transferencia de potencia. Específicamente, los tiempos de transición entre los chips pueden sincronizarse para que ocurran en los cruces cero de la señal de transferencia de potencia, o por ejemplo, con un desplazamiento fijo con relación a los cruces cero de la señal de transferencia de potencia. Se apreciará que la sincronización puede ser en base a la temporización de la señal inducida en la bobina receptora 107 por la señal de transferencia de potencia.

De manera similar, el primer comunicador del receptor de potencia 509 puede disponerse para generar la secuencia de chips recibida a partir de muestras de la carga de la señal de transferencia de potencia (posible después de que se aplique el filtrado que coincide).

El detector de carga 801 puede muestrear específicamente una señal del circuito de salida que corresponde a la señal de transferencia de potencia, tal como una corriente y/o potencia de la señal de transmisión, una fase relativa entre la corriente y la tensión de la señal de transmisión, una corriente a través de la bobina transmisora 103, etc. El correlacionador puede entonces generar la secuencia de chips para corresponder a los valores de carga para estos tiempos de muestreo, y puede proceder a determinar los valores de correlación al correlacionar la secuencia de chips recibida en forma de los valores de carga de modulación muestreados con los valores de referencia.

Se apreciará que, en algunos enfoques, la correlación puede ser en base a los valores de decisión difícil, es decir, puede usarse una comparación directa de los valores de chip con los valores de chip recibidos de la decisión difícil. En algunas realizaciones, las decisiones pueden ser, por ejemplo, en base a los valores de carga de modulación de decisión suave/chip. Por ejemplo, para un enfoque de transmisión binaria, las secuencias de chips de referencia pueden ser secuencias binarias que comprenden solo dos valores posibles. Sin embargo, las secuencias de chips recibidas pueden representarse por valores de decisión suave, tales como valores que indican directamente valores de carga de modulación medidos.

En muchas realizaciones, el detector de carga 803 puede disponerse para sincronizar el muestreo con la señal de transferencia de potencia, y específicamente esto puede lograrse sincronizándolo con la señal de transmisión.

En muchas realizaciones, la sincronización puede ser del muestreo de manera que, por ejemplo, se realice una muestra por chip (posiblemente después del filtrado coincidente). En especial, si la velocidad del chip es igual a N veces el período de la señal de transferencia de potencia, el muestreo también puede sincronizarse para que sea una vez cada N veces. Por tanto, en muchas realizaciones, la sincronización puede ser de manera que la velocidad de muestreo sea igual a la frecuencia de chip de la modulación de carga.

En algunas realizaciones, el muestreo puede ser un procedimiento de dos etapas donde se generan varias muestras a una frecuencia más alta y luego se decimaron a una frecuencia de muestra dada. Por ejemplo, para una duración de chip a menudo igual al período de la señal de transferencia de potencia, el muestreador puede tomar una muestra cada período. Un filtro de promedio puede entonces agregar las últimas diez muestras, es decir, puede ser un filtro FIR de ventana cuadrada que suma las diez muestras más recientes (con pesos iguales). La salida del muestreo puede entonces ser la salida muestreada de este filtro, tal como específicamente la salida de cada décimo período que coincide con el filtro que es una suma de los diez períodos que caen dentro de un solo chip. Por tanto, efectivamente la obtención de muestras en los instantes de tiempo sincronizados puede lograrse mediante una decimación adecuadamente sincronizada en la salida del filtro.

En otras realizaciones, solo se realiza una única muestra de la señal analógica del circuito de salida por chip. En tal situación, la temporización de la obtención de muestras puede sincronizarse para que ocurra en el centro de la duración del símbolo para cada muestra.

En muchas realizaciones, la frecuencia de funcionamiento de la señal de transmisión y la señal de transferencia de potencia pueden ser, por tanto, un múltiplo entero de la velocidad de muestreo de la señal del circuito de salida y/o un múltiplo entero de una frecuencia de chip de la modulación de carga. El múltiplo puede ser el mismo y puede ser específicamente uno. De hecho, en muchas realizaciones, el múltiplo entero es ventajosamente relativamente bajo para permitir una comunicación eficiente y una tasa de datos más alta. En muchas realizaciones, el número entero no excede ventajosamente 1, 3, 5, 10 o 20.

La sincronización de la modulación de carga con la señal de transferencia de potencia puede en muchas implementaciones prácticas permitir un aumento de la velocidad de chip y/o la velocidad de bits porque permite una reducción de la cantidad de muestreo que el transmisor de potencia tiene que realizar. En el caso extremo en el que la frecuencia del chip sea la misma que la frecuencia de la señal de transferencia de potencia, el receptor de potencia puede cambiar la carga de acuerdo con la secuencia de chips en cada ciclo de la señal de transferencia de potencia. Alternativamente, el receptor de potencia podría cambiar la carga de acuerdo con la secuencia de chips en cada N -ésimo ciclo de la señal de potencia, que reduce la frecuencia del chip por un factor N .

La modulación sincrónica facilita la detección de la modulación en el lado del transmisor de potencia al permitir que aplique una técnica de muestreo sincrónica y correlacione la señal detectada con la secuencia de modulación después de esa etapa. El enfoque puede facilitar típicamente la implementación sustancialmente mientras se logra una comunicación eficiente.

La longitud de las secuencias de chips puede seleccionarse para las preferencias y requisitos específicos de la realización individual y puede seleccionarse para proporcionar un compromiso adecuado entre la confiabilidad y el rendimiento de la comunicación (por ejemplo, velocidad de bits), velocidad de datos, ancho de banda, profundidad de modulación y desventajas asociadas, etc. En la mayoría de las realizaciones, una longitud de no menos de 10 y/o no más de 1.024 chips proporcionará un rendimiento adecuado y ventajoso para los sistemas de transferencia de potencia inalámbrica, tal como específicamente para los sistemas Qi.

En muchas realizaciones, el conjunto de secuencias de chips puede incluir solo dos secuencias de chips. En tales ejemplos, cada símbolo puede representarse por una u otra secuencia de chips en función del valor del símbolo y, por tanto, cada símbolo puede ser un símbolo binario (bit) y la comunicación puede ser una comunicación binaria.

En algunas realizaciones, el conjunto de secuencias de chips puede incluir más de dos secuencias de chips y son posibles más de dos valores de símbolo diferentes. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el conjunto de secuencias de chips puede comprender, digamos, tres secuencias de chips que permiten tres valores de símbolo diferentes para cada símbolo que se comunica mediante una secuencia de chips. En otras realizaciones, puede incluirse un mayor número de secuencias que permiten que cada secuencia de chip/símbolo de datos represente más valores de datos que aumenta así la tasa de bits efectiva. Tal enfoque puede ser en particular adecuado para secuencias de chips más largas donde las diferencias más grandes en los valores de correlación entre las secuencias de chips son factibles.

Por ejemplo, para una longitud de chip de 10 bits, son posibles 256 secuencias diferentes, y el sistema puede seleccionar dos secuencias de estas que tienen una alta autocorrelación y una baja correlación cruzada. Las dos secuencias pueden entonces usarse para la comunicación binaria que permite una alta confiabilidad ya que la correlación realizada por el primer comunicador 207 generará valores de correlación sustancialmente diferentes para las dos posibles secuencias de chips que se reciben. Para una longitud de 16 chips, son posibles 65.384 secuencias diferentes, y el sistema puede, por ejemplo, seleccionar cuatro secuencias con alta autocorrelación y baja correlación cruzada. Esto puede permitir que cada símbolo comunique dos bits.

Las secuencias y patrones específicos usados pueden depender de las preferencias y requisitos de la realización individual. Típicamente, las secuencias se seleccionan para proporcionar buenas propiedades de correlación y, específicamente, el conjunto de secuencias de chips se selecciona para que consista en secuencias con altos valores de autocorrelación y bajos valores de correlación cruzada. En muchas realizaciones, las secuencias de chips pueden seleccionarse como secuencias de longitud máxima. Por ejemplo, en muchas realizaciones, las secuencias de chips pueden seleccionarse como secuencias de longitud máxima generadas a partir del polinomio el orden polinómico elegido por el receptor de potencia de acuerdo con una profundidad de modulación deseada/seleccionada y la velocidad de comunicación deseada. Específicamente, las secuencias de ruido pseudo desarrolladas para, y usadas en, la comunicación de espectro ensanchado de secuencia directa y los sistemas de acceso múltiple por división de código pueden también ser adecuadas para el enfoque descrito.

Se apreciará que, en muchas realizaciones, el conjunto de secuencias puede comprender secuencias de chips de imagen especular o invertidas, es decir, para una secuencia de chips binaria dada, el conjunto de secuencias de chips también puede incluir la secuencia de chips para la cual todos los chips tienen el valor complementario. Por ejemplo, si los valores de carga se representan por 1 y -1, el conjunto de secuencias de chips puede para cada secuencia de chips también incluir la secuencia de chips resultante de una multiplicación por -1 (equivalente a la conmutación entre 0 y 1 para todos los chips para una secuencia de chips representada por los valores de 1 y 0). De hecho, en algunas realizaciones, el conjunto de secuencias de chips puede comprender solo una secuencia de chip y la secuencia de chip invertida. Se apreciará que en tales realizaciones, solo es necesario almacenar una única representación para representar un par de una secuencia de chip y la secuencia de chip invertida.

Tal enfoque puede ser particularmente adecuado para muchas aplicaciones y puede resultar en un buen rendimiento y baja complejidad. Por ejemplo, una única correlación entre una secuencia de chips recibida y una secuencia de chips de referencia puede proporcionar un valor de correlación tanto para la secuencia de chips de referencia como para la secuencia de chips inversa. De hecho, si no hay ruido, el valor de correlación para una de las secuencias de chips de referencia puede ser +1 y el valor de correlación para la secuencia de chips de referencia inversa será entonces -1. Por tanto, se puede determinar un único valor de correlación aplicable a dos valores de símbolo/secuencias y usarse directamente para seleccionar entre los dos símbolos.

Se apreciará que el enfoque de usar secuencias de chips de referencia invertidas puede considerarse igual a una multiplicación del símbolo de datos binarios y una única secuencia de chips de referencia (mediante el uso de los valores de 1 y -1 para representar los valores binarios).

Como un ejemplo específico, el sistema puede emplear el siguiente enfoque:

1. El receptor de potencia reduce la profundidad de la modulación de carga significativamente de manera que no se produzcan oscilaciones espurias, se reduce el ruido eléctrico y acústico, etc.
2. El receptor de potencia codifica bits individuales como secuencias de chips directas (por ejemplo, pseudorandom) con funciones de autocorrelación pronunciadas.
3. El receptor de potencia manipula la carga (típicamente cambia la carga o desajusta el circuito de resonancia) de forma sincrónica con la señal de transferencia de potencia (por ejemplo, una transición por ciclo de señal de potencia o una transición cada varios ciclos de señal de potencia).
4. El transmisor de potencia mide los cambios de carga, por ejemplo, al medir la tensión de la bobina del transmisor o la corriente de la bobina, con un tiempo de muestreo que se sincroniza con la señal de transferencia de potencia (por ejemplo, una muestra por ciclo de señal de potencia, múltiples muestras por ciclo de señal de potencia o una muestra por múltiples ciclos de señal de potencia).
5. El transmisor de potencia decodifica los datos al correlacionar las muestras digitalizadas con la secuencia de chips de acuerdo con la cual se modulan los datos.
6. La secuencia de chips y el número de ciclos de la señal de potencia por símbolo pueden conocerse a priori por el receptor de potencia y el transmisor de potencia.

Una ventaja del enfoque descrito es que proporciona una compatibilidad hacia atrás mejorada en muchos escenarios y requiere relativamente pocas modificaciones a muchos sistemas de transferencia de potencia. Por ejemplo, un sistema de transferencia de potencia Qi ya usa la modulación de carga y puede requerirse relativamente poca modificación para soportar el enfoque descrito anteriormente en la presente memoria.

Además, en muchas realizaciones, puede incluirse funcionalidad que mejore además la compatibilidad hacia atrás y que, específicamente, puede permitir la comunicación con dispositivos heredados.

En el ejemplo de la Figura 2, el transmisor de potencia comprende además un segundo comunicador 209 que también se dispone para comunicarse con el receptor de potencia y específicamente para recibir mensajes/datos del receptor de potencia donde estos se comunican mediante el uso de la modulación de carga. Sin embargo, a diferencia del primer comunicador 207, el segundo comunicador 209 se dispone para comunicarse sin el uso de secuencias de chips y específicamente se dispone para recibir símbolos transmitidos desde el receptor de potencia mediante la modulación de carga de la señal de transferencia de potencia donde un primer valor de símbolo binario que se representa mediante la ausencia de transición de carga de modulación que se produce dentro de un tiempo de símbolo y un segundo valor de símbolo binario que se representa mediante una única transición de carga de modulación que se produce dentro de un tiempo de símbolo. Por tanto, para el segundo comunicador 209, cada símbolo puede ser un símbolo binario que se determina por si se produce una transición de la carga de modulación dentro de un período de tiempo de símbolo (típicamente cerca del tiempo central) o no. Por ejemplo, un componente de carga (condensador o resistor) puede conmutarse para cambiar la carga a mitad del período de tiempo de bits o puede mantenerse sin cambios en función del bit de datos que se transmite y el segundo comunicador 209 puede disponerse si tal transición de carga ocurre o no.

De manera similar, el receptor de potencia comprende un segundo comunicador del receptor de potencia 511 que se dispone para realizar la modulación de carga correspondiente, es decir, para aplicar, o no aplicar, una transición de carga de modulación durante el tiempo de símbolo en función del valor de datos que se va a transmitir.

En muchas realizaciones, el sistema puede para tal enfoque también incluir un cambio de carga de modulación en las transiciones de tiempo de símbolo/bit, es decir, cuando un nuevo símbolo termina y/o comienza. Por ejemplo, un nuevo bit que se transmite puede indicarse mediante un cambio/ transición en la carga de modulación. Esta carga puede cambiarse durante el símbolo de bit en función de los datos que se transmiten. Por tanto, el segundo comunicador del receptor de potencia 511 puede cambiar la carga de modulación durante el símbolo de bits cuando, por ejemplo, transmite un "0" pero no cuando, por ejemplo, transmite un "1". El primer comunicador 207 puede, al detectar la transición de modulación al inicio de la duración del bit, iniciar un tiempo y si no se detecta ninguna otra transición dentro de un intervalo de tiempo dado, se puede considerar que un "1" se ha transmitido y de cualquier otra manera se puede considerar que un "0" se ha transmitido.

El segundo comunicador 209 puede por tanto emplear un enfoque de modulación de carga que sea compatible hacia atrás y que, por ejemplo, puede corresponder directamente a la modulación de carga como se emplea actualmente en, por ejemplo, los sistemas de transferencia de potencia Qi. El sistema Qi usa un enfoque del procedimiento de la modulación de bifase, con un "0" que se representa mediante una única transición (al inicio del tiempo de símbolo) y un "1" mediante dos transiciones (una al inicio y una en el centro del tiempo de símbolo).

Se apreciará que, mientras que el segundo comunicador 209 y el segundo comunicador receptor de potencia 511 se ilustran como comunicadores separados, pueden compartir típicamente mucha funcionalidad con el primer comunicador 207 y el primer comunicador receptor de potencia 509 y a menudo pueden implementarse como un segundo modo de funcionamiento para la funcionalidad de comunicación compartida.

En muchas realizaciones, el receptor de potencia y el transmisor de potencia pueden disponerse para realizar la comunicación paralela mediante el uso tanto del primer comunicador como del segundo comunicador. Por tanto, pueden establecerse dos canales de comunicación de manera efectiva, ambos se usan para la comunicación de datos desde el receptor de potencia al transmisor de potencia.

La selección exacta de qué datos se comunican mediante el uso de qué canal de comunicación puede depender de la realización específica.

En algunas realizaciones, por ejemplo, toda la comunicación de datos definida por las especificaciones heredadas (tales como, por ejemplo, las Especificaciones Qi convencionales) se puede comunicar mediante el uso del segundo canal de comunicación (formado por el segundo comunicador 209 y el segundo comunicador receptor de potencia 511), es decir, mediante el uso de la comunicación convencional. Sin embargo, las funciones adicionales más nuevas introducidas después de la introducción del enfoque de comunicación descrito anteriormente pueden admitirse mediante la comunicación mediante el uso del primer canal de comunicación (formado por el primer comunicador 207 y el primer comunicador receptor de potencia 511). En tal enfoque, el segundo canal de comunicación puede por tanto soportar la comunicación y la funcionalidad heredadas que permiten que el transmisor de potencia/ receptor de potencia se use con dispositivos heredados complementarios mientras que permite que el primer canal de comunicación proporcione una funcionalidad de comunicación adicional y mejorada para dispositivos más nuevos.

Por tanto, en algunas realizaciones, ambos canales de comunicación pueden operarse al mismo tiempo.

Por ejemplo, el receptor de potencia puede usar un procedimiento de modulación de carga Qi existente implementado por los segundos comunicadores para ejecutar protocolos existentes. Además, el nuevo enfoque puede usarse para proporcionar comunicaciones adicionales (por ejemplo, con alguna sincronización apropiada entre los dos).

De manera similar, un transmisor de potencia heredado puede usar las comunicaciones y el protocolo Qi existentes, mientras que es impermeable a la posible existencia del nuevo canal, mientras que un transmisor de potencia más nuevo puede demodular uno o ambos canales. En algunas realizaciones, los dos canales pueden incluir la misma información, y un transmisor de potencia adecuadamente equipado puede seleccionar usar cualquiera de ellos, por ejemplo, en función de la calidad de las comunicaciones. Alternativamente, puede usar los datos de los nuevos canales como información suplementaria.

Un receptor de potencia que puede usar ambos canales de comunicación simultáneamente puede, por ejemplo, eliminar la necesidad de una negociación para determinar si los dispositivos son capaces de soportar la nueva comunicación. Por ejemplo, si el transmisor de potencia responde a una comunicación mediante el uso del primer canal de comunicación, esto indica al receptor de potencia que el transmisor de potencia es un transmisor de potencia más nuevo capaz de soportar la comunicación mediante el uso del primer canal de comunicación. Luego puede, por ejemplo, dejar de usar el segundo canal de comunicación y proceder a comunicarse solo mediante el uso del enfoque de secuencia de chips descrito.

En algunas realizaciones, puede realizarse un procedimiento de inicialización para iniciar la comunicación basada en la secuencia de chips. Tal enfoque de inicialización puede incluir una determinación de si ambos dispositivos pueden soportar tal comunicación.

En algunas realizaciones, el transmisor de potencia puede, por ejemplo, iniciar la comunicación con el receptor de potencia mediante el uso del segundo canal de comunicación. Puede transmitir específicamente un mensaje que indique que puede soportar la comunicación en base a la secuencia de chips y solicitar que el receptor de potencia indique si también tiene la capacidad de soportar la comunicación en base a la secuencia de chips. El receptor de potencia puede transmitir en respuesta un mensaje de confirmación que confirma la capacidad del receptor de potencia para comunicarse mediante el uso de la comunicación en base a la secuencia de chips. En respuesta a la recepción de este mensaje, el transmisor de potencia puede proceder a comunicarse mediante el uso del primer canal de comunicación (en lugar de o posiblemente en paralelo a la comunicación mediante el uso del segundo canal de comunicación).

En algunas realizaciones, la compatibilidad con versiones anteriores con un enfoque de modulación de carga de un solo valor de una comunicación existente (tal como, por ejemplo, se usa en Qi), la comunicación puede comenzar con la comunicación heredada. Durante la negociación entre el receptor de potencia y el transmisor de potencia, por ejemplo, antes de entrar en la fase de transferencia de potencia, ambos dispositivos pueden indicar sus capacidades para soportar la comunicación en base a la secuencia de chips, y uno de los lados (receptor de potencia o transmisor) puede solicitar al otro dispositivo que cambie a la comunicación en base a la secuencia de chips mediante el uso de, por ejemplo, parámetros preprogramados o negociados.

En otro ejemplo, el receptor de potencia puede usar la comunicación en base a la secuencia de chips antes de usar el enfoque de modulación de carga existente (mediante el uso de parámetros predeterminados). Si el transmisor de

potencia reconoce la comunicación en base a la secuencia de chips, puede reconocer el mensaje y no necesita realizar ninguna recepción de la comunicación heredada desde el receptor de potencia. Tal enfoque puede ser particularmente adecuado para escenarios en los que la modulación de carga convencional tendrá desventajas demasiado significativas, tal como, por ejemplo, que haya demasiada distorsión para incluso soportar un procedimiento de inicialización.

En algunas realizaciones, los parámetros de la comunicación en base a la secuencia de chips pueden determinarse, por ejemplo, la velocidad del chip, la longitud de la secuencia de chips y/o el enlace entre los símbolos de datos y las secuencias de chips pueden determinarse y todos los transmisores de potencia y receptores de potencia que soportan la comunicación en base a la secuencia de chips pueden disponerse para usar los mismos parámetros.

En otras realizaciones, los parámetros pueden ser adaptables y pueden, por ejemplo, determinarse durante una fase de inicialización o negociación. Por ejemplo, se puede iniciar una fase de inicialización y/o negociación mediante el uso de parámetros predeterminados o, por ejemplo, mediante el uso del segundo canal de comunicación. Durante esta fase, el transmisor de potencia y el receptor de potencia determinan los parámetros adecuados para usar, por ejemplo, el receptor de potencia sugiere valores adecuados para la velocidad de chip, la longitud de la secuencia de chip y/o el enlace entre los símbolos de datos y las secuencias de chip. El transmisor de potencia puede entonces reconocer estos parámetros y la comunicación en base a la secuencia de chips puede proceder mediante el uso de los parámetros acordados. Por tanto, en tal ejemplo, el transmisor de potencia y/o el receptor de potencia pueden disponerse para iniciar la comunicación con el receptor de potencia mediante el uso de una frecuencia de chip/longitud de secuencia de chip predeterminada para la modulación de carga y luego pueden cambiar la frecuencia de chip/longitud de secuencia de chip en respuesta a uno o más mensajes recibidos desde el receptor de potencia.

El sistema de transferencia de potencia inalámbrica podría implementar el uso de la comunicación en base a la secuencia de chips como un enfoque único para la modulación de carga y la detección de modulación de carga con, por ejemplo, el transmisor de potencia y el receptor de potencia que tienen preprogramado, por ejemplo:

- Secuencias de chips (por ejemplo, polinómico y orden de secuencia para generar la secuencia)
- Número de chips por símbolo

Aparte de un protocolo de nivel superior, estos parámetros son suficientes para que ambos dispositivos se comuniquen entre sí. Para permitir la optimización de la robustez y el rendimiento del canal, cualquiera o ambos de los parámetros, pueden renegociarse y aplicarse al sistema después de que se hayan establecido las comunicaciones iniciales. Por ejemplo, si ambos lados soportan un mayor rendimiento, pueden negociar secuencias de longitud más corta.

Una carga de modulación puede ser un componente de carga de la carga de la señal de transferencia de potencia/señal de transmisión causada por/en función de/que varía con la modulación de carga.

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

La invención se define por las características de las reivindicaciones independientes 1, 11, 12, 13. Las realizaciones preferentes se definen en las reivindicaciones dependientes.

REIVINDICACIONES

1. Un transmisor de potencia (101) para proporcionar potencia de forma inalámbrica a un receptor de potencia (105) a través de una señal de transferencia de potencia inductiva; el transmisor de potencia (101) que comprende:
5 un circuito de salida (203, 103) que comprende una bobina transmisora (103) dispuesta para generar la señal de transferencia de potencia en respuesta a una señal de transmisión que se aplica al circuito de salida (203, 103);
10 un accionador (201) dispuesto para generar la señal de transmisión;
 un primer comunicador (207) dispuesto para recibir símbolos transmitidos desde el receptor de potencia (105) mediante la modulación de carga de la señal de transferencia de potencia, cada símbolo se representa mediante una secuencia de chips que es una secuencia de valores de carga de modulación;
15 el primer comunicador (207) que comprende:
 un almacén (805) dispuesto para almacenar un conjunto de secuencias de chips de referencia, cada secuencia de chips de referencia se vincula con un símbolo de datos;
 un correlacionador (803) dispuesto para correlacionar una primera secuencia de chip recibida desde el receptor de potencia con el conjunto de secuencias de chips de referencia;
20 un demodulador (807) que se dispone para determinar un símbolo de datos recibido como el símbolo de datos enlazado a una secuencia de chips de referencia para la cual se determina una correlación más alta con la primera secuencia de chips; y
25 caracterizado porque cada símbolo se sincroniza con la señal de transferencia de potencia;
 y en que el primer comunicador (207) se dispone para sincronizar el muestreo de la señal del circuito de salida (203, 103) con la señal de transferencia de potencia.
2. El transmisor de potencia de la reivindicación 1, en el que el primer comunicador (207) comprende un muestreador (801) dispuesto para muestrear una señal del circuito de salida (203, 103) y el correlacionador (803) se dispone para determinar valores de carga de modulación de muestra a partir de muestras de la señal y para determinar valores de correlación para el conjunto de secuencias de chips de referencia mediante la correlación de valores de carga de modulación de muestra con las secuencias de chips de referencia del conjunto de secuencias de chips de referencia.
3. El transmisor de potencia de la reivindicación 1 o 2, en el que el primer comunicador (207) se dispone para sincronizar la obtención de muestras de la señal del circuito de salida (203, 103) con la señal de transferencia de potencia.
4. El transmisor de potencia de cualquier reivindicación anterior, en el que una velocidad de muestreo del muestreo de la señal del circuito de salida (203, 103) es igual a una frecuencia de chip de la modulación de carga.
5. El transmisor de potencia de cualquier reivindicación anterior, en el que una frecuencia de funcionamiento de la señal de transferencia de potencia es un múltiplo entero de una velocidad de muestreo de la muestra de la señal del circuito de salida (203, 103).
6. El transmisor de potencia de cualquier reivindicación anterior, en el que una frecuencia de funcionamiento de la señal de transferencia de potencia es un múltiplo entero de una frecuencia de chip de la modulación de carga.
7. El transmisor de potencia de cualquier reivindicación anterior que comprende, además, un segundo comunicador (209) dispuesto para recibir símbolos transmitidos desde el receptor de potencia (105) mediante la no modulación de carga de la señal de transferencia de potencia con un primer valor de símbolo binario que se representa por la ausencia de transición de carga de modulación que se produce dentro de un tiempo de símbolo y un segundo valor de símbolo binario que se representa mediante una única transición de carga de modulación que se produce dentro del tiempo de símbolo; y en el que el transmisor de potencia (101) se dispone para iniciar la comunicación con el receptor de potencia (105) mediante el uso del segundo comunicador (209) y para cambiar al primer comunicador (207) en respuesta a la recepción de un mensaje de confirmación desde el receptor de potencia (105), el mensaje de confirmación que confirma la capacidad del receptor de potencia (105) para comunicar símbolos mediante la modulación de carga donde cada símbolo se representa mediante una secuencia de chips.
8. El transmisor de potencia de cualquier reivindicación anterior 1-6 que comprende, además, un segundo comunicador (209) dispuesto para recibir símbolos transmitidos desde el receptor de potencia (105) mediante la modulación de carga de la señal de transferencia de potencia con un primer valor de símbolo binario que se representa por la ausencia de transición de carga de modulación que se produce dentro de un tiempo de símbolo y un segundo valor de símbolo binario que se representa mediante una única transición de carga de modulación que se produce dentro del tiempo de símbolo; y en el que el transmisor de potencia (101) se dispone para iniciar

la comunicación con el receptor de potencia (105) mediante el uso del primer comunicador (207) y para cambiar a la comunicación con el receptor de potencia (105) mediante el uso del segundo comunicador (209) en ausencia de recibir un mensaje de confirmación desde el receptor de potencia (105) mediante el uso del primer comunicador (207).

9. El transmisor de potencia de cualquier reivindicación anterior 1-6 que comprende, además, un segundo comunicador (209) dispuesto para recibir símbolos transmitidos desde el receptor de potencia (105) mediante la modulación de carga de la señal de transferencia de potencia con un primer valor de símbolo binario que se representa por la ausencia de transición de carga de modulación que se produce dentro de un tiempo de símbolo y un segundo valor de símbolo binario que se representa mediante una única transición de carga de modulación que se produce dentro del tiempo de símbolo; y en el que el transmisor de potencia (101) se dispone para realizar la comunicación paralela con el receptor de potencia (105) mediante el uso tanto del primer comunicador (207) como del segundo comunicador (209).

10. El transmisor de potencia de cualquier reivindicación anterior, en el que el conjunto de secuencias de chips de referencia comprende más de dos secuencias de chips de referencia.

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

un circuito de entrada (107, 503) que comprende una bobina receptora (107) dispuesta para extraer potencia de la señal de transferencia de potencia; y
un comunicador (509) dispuesto para transmitir símbolos al transmisor de potencia (101) mediante la modulación de carga de la señal de transferencia de potencia, cada símbolo se representa mediante una secuencia de chips que es una secuencia de valores de carga de modulación;

el comunicador (509) que comprende:

un receptor (601) dispuesto para recibir un primer símbolo de datos a transmitir;
un determinante (603) dispuesto para determinar una primera secuencia de chips asignada para el primer símbolo de datos;
un modulador de carga (605) dispuesto para modular la carga de la primera secuencia de chips en la señal de transferencia de potencia; y caracterizado porque
el comunicador (509) se dispone para sincronizar la modulación de carga de la primera secuencia de chips con la señal de transferencia de potencia.

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

un circuito de salida (203, 103) que comprende una bobina transmisora (103) dispuesta para generar la señal de transferencia de potencia en respuesta a una señal de transmisión que se aplica al circuito de salida (203, 103); y
un primer comunicador (207) dispuesto para recibir símbolos transmitidos desde el receptor de potencia (105) mediante la modulación de carga de la señal de transferencia de potencia, cada símbolo se representa mediante una secuencia de chips que es una secuencia de valores de carga de modulación y que se sincroniza con la señal de transferencia de potencia;

el procedimiento que comprende:

generar la señal de transmisión;
almacenar un conjunto de secuencias de chips de referencia, cada secuencia de chips de referencia se enlaza con un símbolo de datos;
correlacionar una primera secuencia de chip recibida desde el receptor de potencia con el conjunto de secuencias de chips de referencia;
determinar un símbolo de datos recibido como el símbolo de datos enlazado a una secuencia de chips de referencia para la cual se determina una mayor correlación con la primera secuencia de chips; y
sincronizar la obtención de muestras de la señal del circuito de salida (203, 103) con la señal de transferencia de potencia.

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

un circuito de entrada (107, 503) que comprende una bobina receptora (107) dispuesta para extraer potencia de la señal de transferencia de potencia; y

un comunicador (509) dispuesto para transmitir símbolos al transmisor de potencia (101) mediante la modulación de carga de la señal de transferencia de potencia, cada símbolo se representa mediante una secuencia de chips que es una secuencia de valores de carga de modulación;

5 el procedimiento que comprende:

recibir un primer símbolo de datos a transmitir;

determinar una primera secuencia de chips asignada para el primer símbolo de datos;

modulación de carga de la primera secuencia de chips en la señal de transferencia de potencia y

10 sincronizar la modulación de carga de la primera secuencia de chips con la señal de transferencia de potencia.

14. Un sistema de transferencia de potencia inalámbrica que comprende un transmisor de potencia (101) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 10 y un receptor de potencia (105) de acuerdo con la reivindicación 11.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

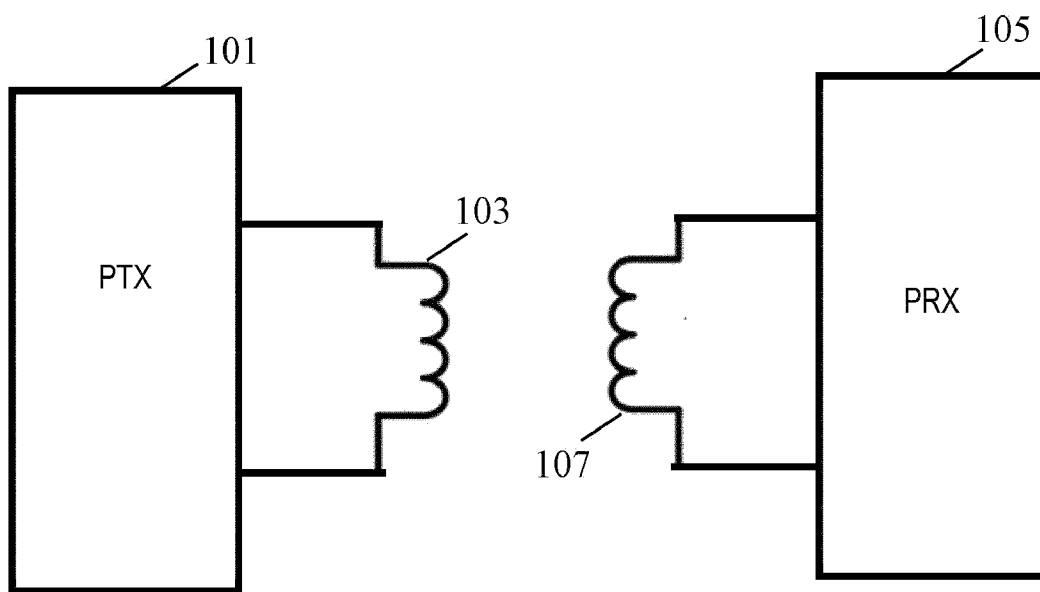


FIGURA 1

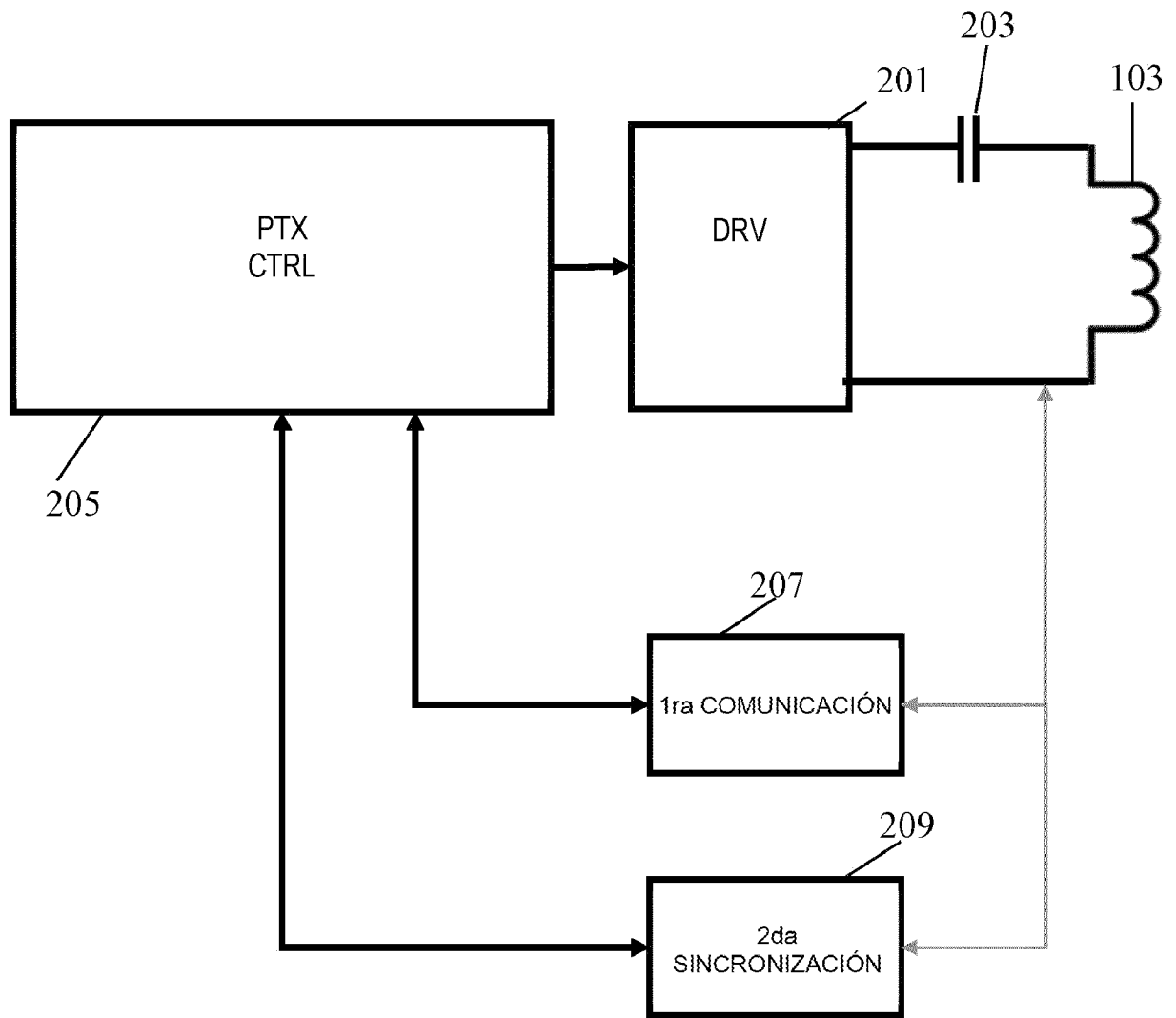


FIGURA 2

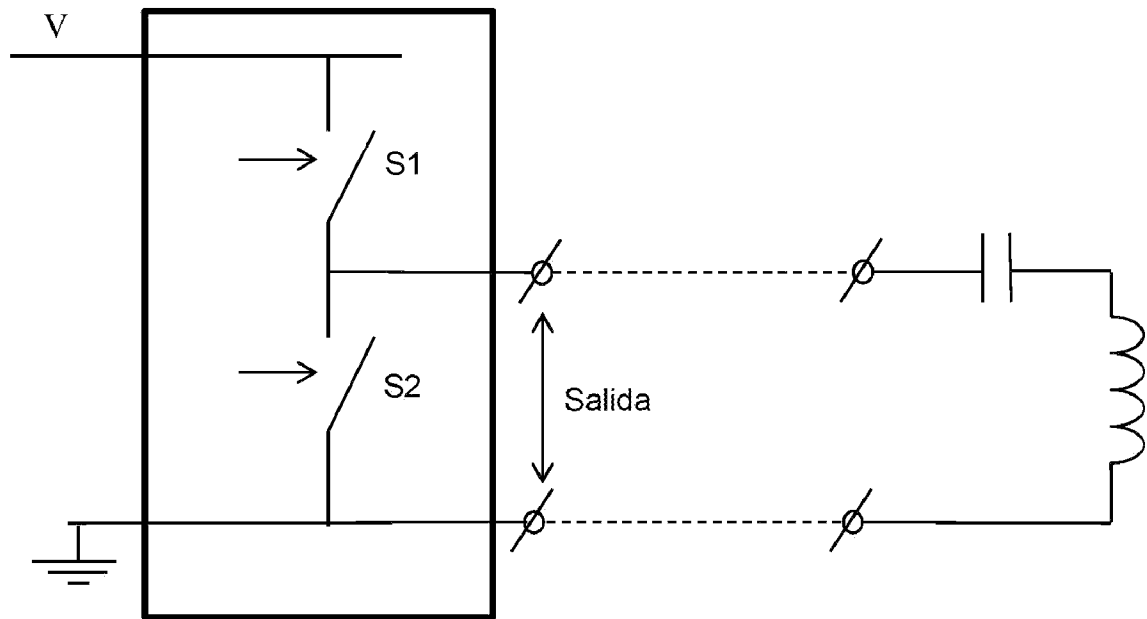


FIGURA 3

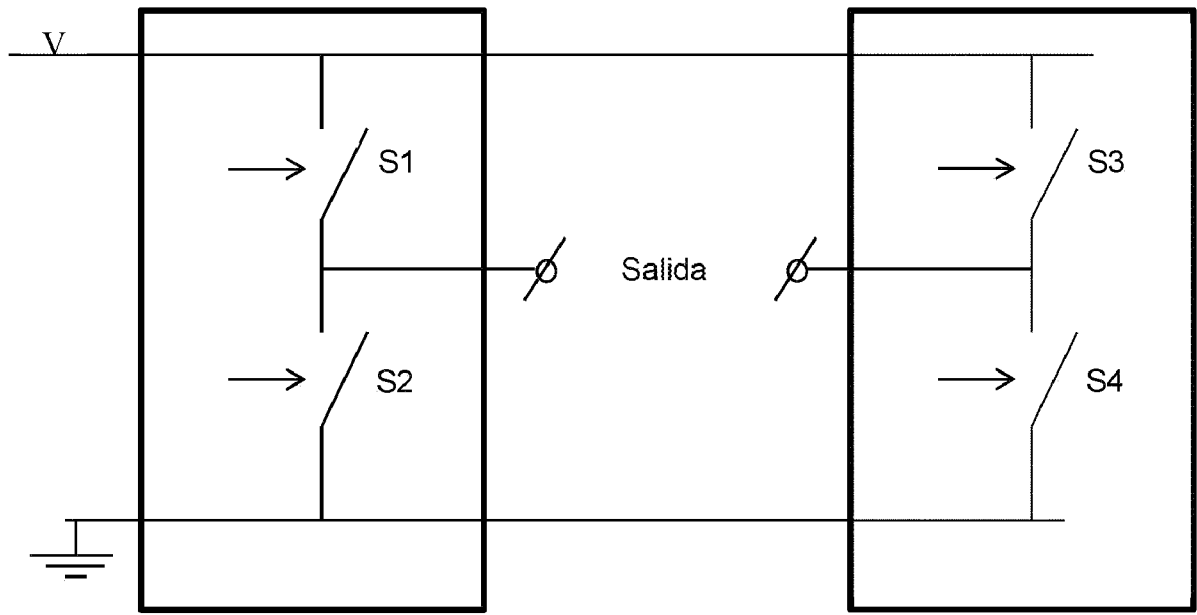


FIGURA 4

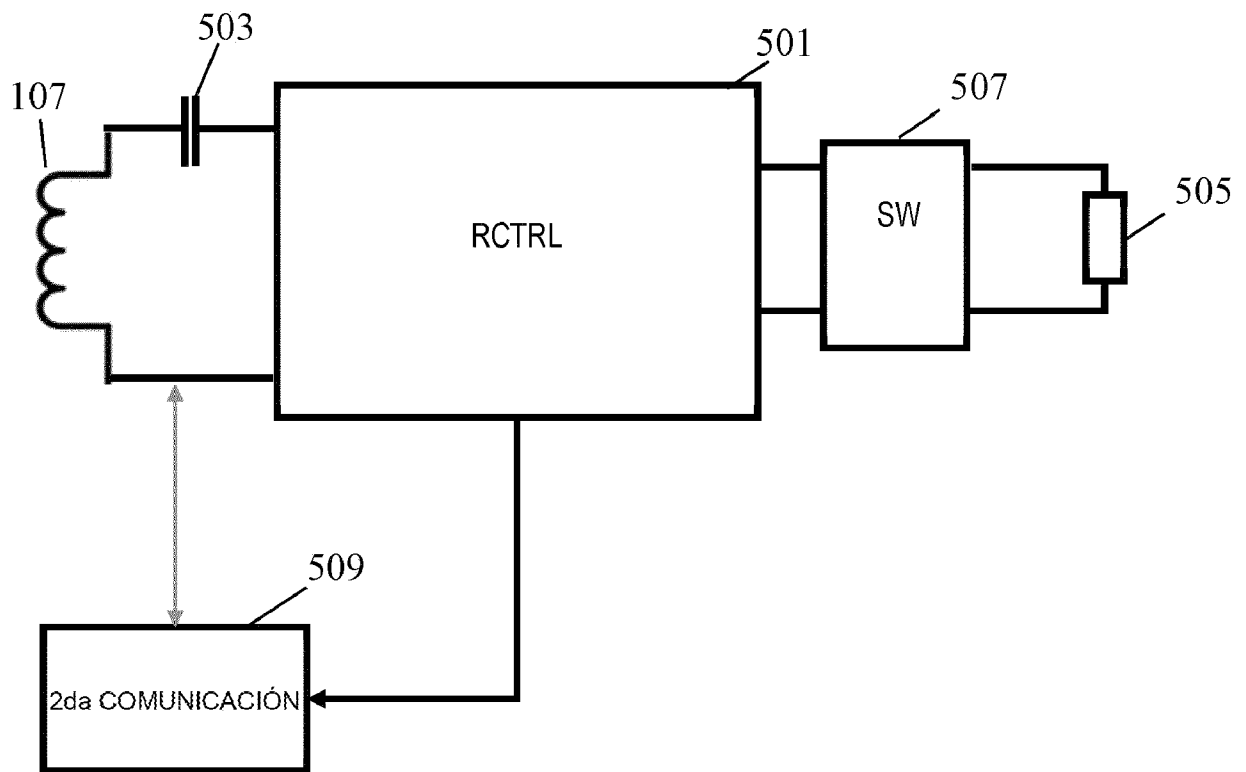


FIGURA 5

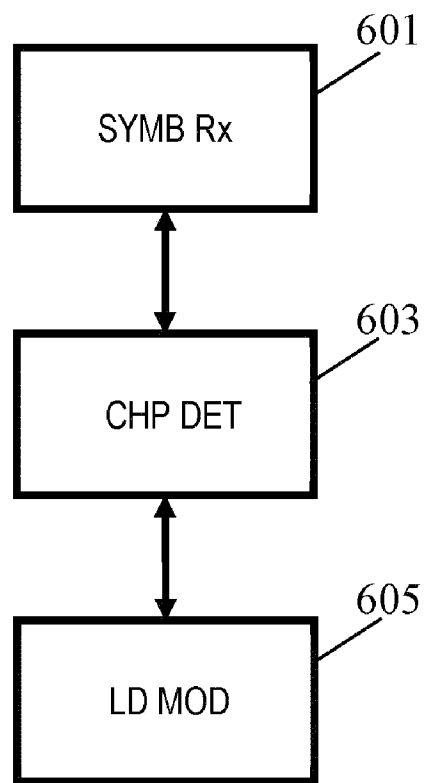


FIGURA 6

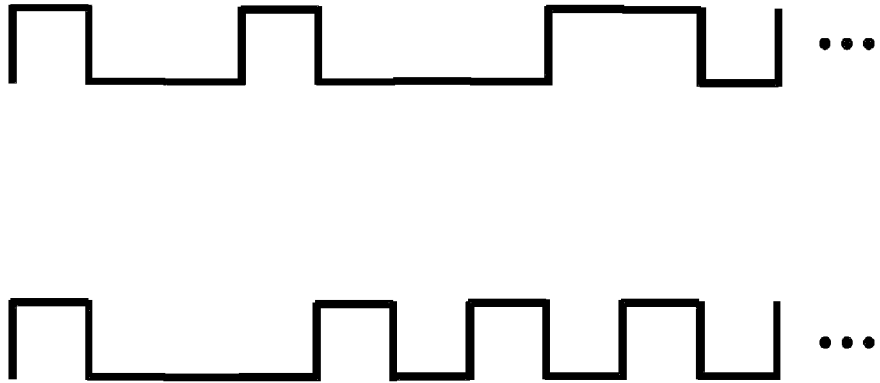


FIGURA 7

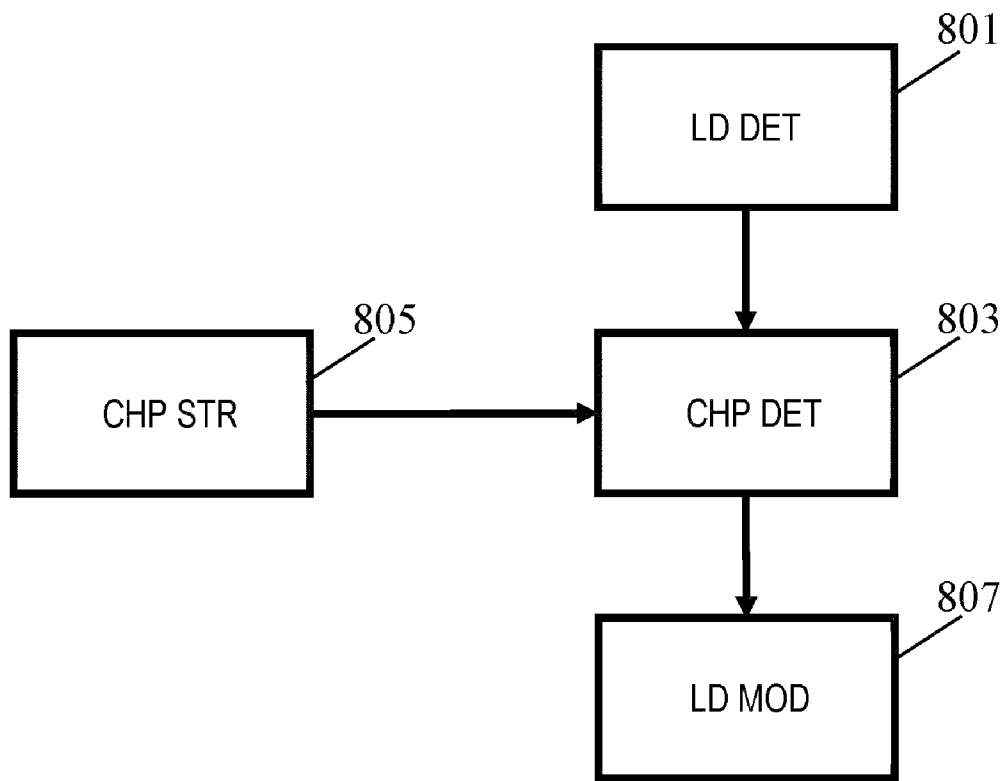


FIGURA 8