

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 014 291**

51 Int. Cl.:

H02J 50/12 (2006.01)

H02J 50/80 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.08.2022** **PCT/EP2022/072292**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.02.2023** **WO23020881**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.08.2022** **E 22764682 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2024** **EP 4388636**

54 Título: **Aparato de transferencia de energía y método para el mismo**

30 Prioridad:

16.08.2021 EP 21191466

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

21.04.2025

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 3 014 291 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

Aparato de transferencia de energía y método para el mismo

5 CAMPO DE LA INVENCION

La invención se refiere a un aparato de transferencia inalámbrica de energía y a un método para el mismo, y en particular, pero no exclusivamente, a un aparato de transferencia inalámbrica de energía para un sistema de transferencia inalámbrica de energía del Consorcio de Energía Inalámbrica, tal como un sistema de transferencia de energía de tipo Qi.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

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

Con el fin de proporcionar una experiencia de usuario significativamente mejorada, se ha propuesto utilizar una fuente de energía inalámbrica en la que la energía se transfiere de manera inductiva desde un inductor transmisor en un dispositivo transmisor de energía a una bobina de recepción en los dispositivos individuales.

La transmisión de energía mediante inducción magnética es un concepto bien conocido, aplicado principalmente en transformadores que tienen un acoplamiento ajustado entre un inductor/bobina de transmisión primaria y una bobina de recepción secundaria. Al separar la bobina de transmisión primaria y la bobina de recepción secundaria entre dos dispositivos, se hace posible la transferencia inalámbrica de energía entre éstos basándose en el principio de un transformador débilmente acoplado.

Dicha disposición permite una transferencia inalámbrica de energía al dispositivo sin necesidad de cables o conexiones eléctricas físicas. De hecho, puede permitir simplemente colocar un dispositivo junto a la bobina de transmisión, o encima de la misma, para recargarlo o alimentarlo externamente. Por ejemplo, los dispositivos transmisores de energía pueden disponer de una superficie horizontal sobre la que simplemente se puede colocar un dispositivo para alimentarlo.

Además, tales disposiciones de transferencia de energía inalámbrica pueden diseñarse ventajosamente de tal manera que el dispositivo transmisor de energía pueda utilizarse con una gama de dispositivos receptores de energía. En particular, se ha definido un enfoque de transferencia inalámbrica de energía, conocido como las especificaciones Qi, que actualmente se está desarrollando. Este enfoque permite que los dispositivos transmisores de energía que cumplen las especificaciones Qi se utilicen con dispositivos receptores de energía que también cumplen las especificaciones Qi sin que tengan que ser del mismo fabricante ni estar dedicados el uno al otro. El estándar Qi incluye además algunas funciones que permiten adaptar el funcionamiento al dispositivo receptor de energía específico (por ejemplo, en función del consumo de energía específico).

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

Otros desarrollos tratan de introducir una serie de nuevas aplicaciones y características. Por ejemplo, el Consorcio de Energía Inalámbrica está desarrollando un estándar basado en la ampliación de los principios de Qi para aplicarlo a una serie de aplicaciones y electrodomésticos de cocina, tal como calentadores, hervidores, batidoras, sartenes, etc. Los desarrollos en concreto admiten niveles de energía mucho más altos para la transferencia de energía y se conocen como el estándar Cordless Kitchen.

El estándar Qi soporta la comunicación desde el receptor de energía al transmisor de energía, permitiendo así al receptor de energía proporcionar información que puede permitir al transmisor de energía adaptarse al receptor de energía específico. En el estándar actual, se ha definido un enlace de comunicación unidireccional desde el receptor de energía al transmisor de energía, en el que el receptor de energía se comunica realizando la modulación de carga de la señal de transferencia de energía que transfiere la energía. Específicamente, la carga de la señal de transferencia de energía por el receptor de energía se varía para proporcionar una modulación de la señal de energía. Los cambios resultantes en las características eléctricas (por ejemplo, variaciones en el consumo de corriente) pueden ser detectados y decodificados (demodulados) por el transmisor de energía.

Así, en la capa física, el canal de comunicación del receptor de energía al transmisor de energía utiliza la señal de transferencia de energía como un portador de datos. El receptor de energía modula una carga que se detecta por un cambio en la amplitud y/o fase de la corriente o tensión de la bobina de transmisión. Los datos se formatean en bytes y paquetes.

Se puede encontrar más información en el capítulo 6 de la parte 1 de la especificación de alimentación inalámbrica Qi (versión 1.0).

Inicialmente, Qi utilizaba solo un enlace de comunicación unidireccional, pero se han introducido enlaces de comunicación bidireccionales para permitir un control más avanzado y flexibilidad de las operaciones de transferencia de energía. La comunicación desde el transmisor de energía al receptor de energía puede lograrse, por ejemplo, modulando la señal de transferencia de energía, por ejemplo, utilizando modulación de amplitud, frecuencia o fase.

La comunicación en los sistemas de transferencia de energía inalámbricos que sirven para varios propósitos, incluyendo la negociación de los parámetros de transferencia de energía, el control de la transferencia de energía inalámbrica, la autenticación del transmisor de energía y/o del receptor de energía, la actualización del firmware del transmisor de energía u otra transferencia de datos auxiliares. El rendimiento de la comunicación es importante para el funcionamiento del sistema de transferencia de energía.

Por ejemplo, es importante para la seguridad del receptor de energía proporcionar mensajes de control de retroalimentación al transmisor de energía con una temporización precisa para garantizar la estabilidad del bucle de control. Este enlace de comunicación es simplex desde el receptor de energía al transmisor de energía y suele implementarse como modulación de carga de la señal de transferencia de energía realizada en el lado del receptor de energía.

Otras comunicaciones requieren un canal de comunicación desde el transmisor de energía inalámbrico al receptor de energía inalámbrico (por ejemplo, para la transferencia de certificados durante la autenticación). Normalmente, este canal se implementa como una modulación de frecuencia de la señal de transferencia de energía.

En muchos sistemas, la señal de transferencia de energía se utiliza en consecuencia para comunicaciones en ambas direcciones y, por lo tanto, la señal de transferencia de energía se utiliza para soportar dos enlaces de comunicación.

Con el fin de proporcionar una comunicación eficiente, los sistemas de transferencia de energía típicamente en tales casos utilizan la división de tiempo donde las direcciones/canales de comunicación se multiplexan y se dividen en el tiempo. Específicamente, un marco de tiempo repetitivo se divide típicamente en dos (o más) intervalos de tiempo con solo un canal de comunicación activo en cada intervalo de tiempo.

Una comunicación semidúplex de este tipo puede proporcionar una comunicación eficiente y/o fiable en muchas situaciones. Sin embargo, este enfoque también presenta algunas desventajas: Se reduce el ancho de banda de ambos canales.

Los tiempos de respuesta y los retrasos en la comunicación pueden verse incrementados. Como la comunicación debe realizarse en franjas horarias dedicadas definidas por el protocolo semidúplex, no es posible iniciar la comunicación en cualquier momento deseado.

Un aumento de la sobrecarga puede resultar del fraccionamiento de paquetes más grandes. Dado que el control de transferencia de energía debe tener tiempos exactos, la carga útil máxima a transferir puede estar limitada por el tiempo entre dos mensajes de control consecutivos.

Puede resultar una corrección de errores insuficiente para, por ejemplo, paquetes más grandes. El lado receptor puede, por ejemplo, no ser capaz de indicar si un paquete grande contiene error(es) antes de que se produzca el traspaso de la comunicación.

Por lo tanto, un enfoque de transferencia de energía mejorado sería ventajoso, y en particular, un enfoque que permita una mayor flexibilidad, un coste reducido, una complejidad reducida, un rendimiento de comunicación mejorado, un retardo de comunicación reducido, velocidades de datos incrementadas, una comunicación fiable, un funcionamiento más fiable, una detección de errores mejorada, y/o un rendimiento mejorado sería ventajoso.

El documento WO 2015/150107 A1 describe un sistema de alimentación inalámbrico con comunicación bidireccional entre el transmisor de energía y el receptor de energía, en el que la comunicación utiliza modulación de la señal de energía.

SUMARIO DE LA INVENCION

En consecuencia, la invención busca preferentemente mitigar, aliviar o eliminar una o más de las desventajas

anteriormente mencionadas individualmente o en cualquier combinación. La invención se define mediante las características de las reivindicaciones independientes. Realizaciones preferidas se definen en las reivindicaciones dependientes.

De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un aparato de transferencia de energía para transferencia inalámbrica de energía desde un transmisor de energía a un receptor de energía, siendo el aparato de transferencia de energía uno del transmisor de energía y del receptor de energía, comprendiendo el aparato de transferencia de energía: una bobina de transferencia de energía dispuesta para intercambiar energía con una bobina de transferencia de energía complementaria de un aparato de transferencia de energía complementario a través de una señal de transferencia de energía, siendo el aparato de transferencia de energía complementario con el otro del transmisor de energía y el receptor de energía; un receptor dispuesto para recibir primeros datos del aparato de transferencia de energía complementario, estando los primeros datos modulados en la señal de transferencia de energía de acuerdo con un primer esquema de modulación en el que cada símbolo de datos está representado por una secuencia de intervalos de tiempo que tienen cada uno un nivel de modulación constante dependiente de un valor de símbolo de datos para el símbolo de datos, estando la secuencia de intervalos de tiempo sincronizada con la señal de transferencia de energía; un transmisor dispuesto para transmitir segundos datos al aparato complementario de transferencia de energía modulando la señal de transferencia de energía de acuerdo con un segundo esquema de modulación, siendo una duración de símbolo para símbolos de datos del segundo esquema de modulación un divisor de una duración de al menos un intervalo de tiempo de la secuencia de intervalos de tiempo; y un sincronizador dispuesto para sincronizar el transmisor para transmitir los segundos datos alineados con los primeros datos sincronizando la transmisión de los segundos datos a la señal de transferencia de energía.

La invención puede permitir un rendimiento y/o un funcionamiento mejorados en muchos sistemas inalámbricos de transferencia de energía. Se puede mejorar el rendimiento de la comunicación en muchas aplicaciones y escenarios. En muchas aplicaciones, se puede lograr un retardo de comunicación reducido, una velocidad de datos aumentada y/o una comunicación más flexible en una o ambas direcciones de comunicación. En muchos escenarios, dichas mejoras pueden lograrse manteniendo una fiabilidad aceptable de la comunicación y, específicamente, pueden permitir dicha operación manteniendo una tasa de errores aceptable.

El enfoque puede reducir el impacto de la interferencia entre las comunicaciones en la dirección diferente al tiempo que permite que estas utilicen simultáneamente la señal de transferencia de energía como un portador de comunicación.

El enfoque puede permitir una operación de transferencia de energía global mejorada en muchas realizaciones y escenarios, tal como, por ejemplo, permitiendo una mensajería más rápida reduciendo los retrasos para la operación de control de energía, autenticación, negociación, etc.

La operación, y específicamente la comunicación simultánea de los primeros y segundos datos puede realizarse durante una fase de transferencia de energía. La fase de transferencia de energía puede ser específicamente una fase durante la cual se genera una señal de transferencia de energía para transferir energía desde el transmisor de energía al receptor de energía. La fase de transferencia de energía puede ser una fase durante la cual se transmiten mensajes de error de control de energía desde el receptor de energía al transmisor de energía. El transmisor de energía y el receptor de energía pueden implementar un bucle de control de energía para la transferencia de energía durante la fase de transferencia de energía. El bucle de control de energía puede adaptar un nivel de la señal de transferencia de energía en respuesta a los mensajes de error de control de energía.

Cada símbolo de datos puede, de acuerdo con el primer esquema de modulación, estar representado por un patrón de niveles de modulación constantes, siendo el patrón diferente para diferentes símbolos de datos. En algunas realizaciones, cada símbolo de datos puede, de acuerdo con el segundo esquema de modulación, estar representado por un patrón de niveles de modulación constantes, siendo el patrón diferente para los distintos símbolos de datos.

Un nivel de modulación constante puede ser una frecuencia constante para una modulación de frecuencia, una fase constante para una modulación de fase, una amplitud constante para una modulación de amplitud, una carga constante para una modulación de carga, etc. La secuencia de intervalos de tiempo puede incluir dos o más intervalos de tiempo y para al menos un símbolo de datos, y a menudo para todos los símbolos de datos, el nivel de modulación puede ser diferente para al menos dos de los intervalos de tiempo de la secuencia de intervalos de tiempo. Un intervalo de tiempo con un nivel de modulación constante puede significar que un parámetro de la señal de transferencia de energía que se varía/modula en función de si el símbolo de datos es constante/no cambia durante el intervalo de tiempo.

Un esquema de modulación puede ser, por ejemplo, un esquema de modulación de frecuencia, un esquema de modulación de fase, un esquema de modulación de amplitud, un esquema de modulación de carga, etc.

La duración para símbolos de datos del segundo esquema de modulación que es un divisor de la duración de al menos un intervalo de tiempo de la secuencia de intervalos de tiempo es equivalente a una duración de al menos un intervalo de tiempo de la secuencia de intervalos de tiempo que es un múltiplo entero de la duración para símbolos de datos

del segundo esquema de modulación. El divisor/múltiplo puede ser por un factor de uno. La duración de los símbolos de datos del segundo esquema de modulación puede ser igual a la duración de al menos un intervalo de tiempo de la secuencia de intervalos de tiempo.

5 El transmisor puede estar dispuesto para transmitir segundos datos al aparato de transferencia de energía complementario modulando la señal de transferencia de energía de acuerdo con un segundo esquema de modulación que tiene una duración de símbolo tal que una duración de intervalos de tiempo de la secuencia de intervalos de tiempo es un múltiplo entero de la duración de símbolo;

10 El transmisor puede estar dispuesto para transmitir segundos datos al aparato de transferencia de energía complementario modulando la señal de transferencia de energía de acuerdo con un segundo esquema de modulación, siendo la duración de los intervalos de tiempo un múltiplo entero de la duración de un símbolo para símbolos de datos del segundo esquema de modulación.

15 El sincronizador puede estar dispuesto para sincronizar el transmisor para transmitir los segundos datos alineados con la secuencia de intervalos de tiempo de los primeros datos sincronizando la transmisión de los segundos datos a la señal de transferencia de energía.

20 De acuerdo con una característica opcional de la invención, la duración de los intervalos de tiempo es al menos dos veces la duración del símbolo para símbolos de datos del segundo esquema de modulación.

25 Esto puede proporcionar un rendimiento y un funcionamiento mejorados en muchos escenarios y aplicaciones. Puede permitir un funcionamiento de baja complejidad en muchos escenarios, y permitir una comunicación facilitada y/o mejorada. En muchas realizaciones, el enfoque puede permitir una comunicación asimétrica facilitada que puede ser particularmente ventajosa en muchos sistemas inalámbricos de transferencia de energía.

De acuerdo con una característica opcional de la invención, la duración de los intervalos de tiempo es al menos ocho veces la duración del símbolo para símbolos de datos del segundo esquema de modulación.

30 Esto puede proporcionar un rendimiento y un funcionamiento mejorados en muchos escenarios y aplicaciones. Puede permitir un funcionamiento de baja complejidad en muchos escenarios, y permitir una comunicación facilitada y/o mejorada. En muchas realizaciones, el enfoque puede permitir una comunicación asimétrica facilitada que puede ser particularmente ventajosa en muchos sistemas inalámbricos de transferencia de energía.

35 De acuerdo con una característica opcional de la invención, el primer esquema de modulación emplea modulación bifásica.

40 Esto puede permitir un funcionamiento particularmente ventajoso en muchas aplicaciones y/o puede proporcionar un funcionamiento facilitado. En particular, puede facilitar un enfoque que reduzca las interferencias entre comunicaciones en direcciones opuestas en muchas aplicaciones. Cada intervalo de tiempo de la secuencia de intervalos de tiempo puede corresponder a un intervalo de la modulación bifásica. Cada secuencia de intervalos de tiempo puede comprender dos intervalos.

En algunas realizaciones, el primer esquema de modulación puede emplear un código de Manchester.

45 De acuerdo con una característica opcional de la invención, un nivel de modulación medio para la transmisión de los segundos datos sobre una duración de símbolo para la transmisión de los primeros datos es independiente de los valores de datos de los segundos datos.

50 Esto puede proporcionar una comunicación mejorada y una operación de transferencia de energía inalámbrica en muchas aplicaciones y escenarios. En particular, puede permitir mejorar la comunicación al reducir las interferencias entre las comunicaciones en ambas direcciones. El enfoque puede reducir en muchos escenarios la interferencia de la transmisión de los segundos datos a la recepción de los primeros datos.

55 De acuerdo con una característica opcional de la invención, el transmisor está dispuesto para transmitir un número de símbolos ficticios con el fin de alinear un tamaño de datos para los segundos datos a una duración de símbolo para los primeros datos.

Esto puede proporcionar un rendimiento mejorado en muchas realizaciones y aplicaciones.

60 En muchas realizaciones, el transmisor está dispuesto para transmitir un número de símbolos ficticios con el fin de alinear un paquete de datos (tamaño) para los segundos datos con los intervalos de tiempo.

De acuerdo con una característica opcional de la invención, el transmisor está dispuesto para transmitir continuamente segundos datos a menos que los primeros datos cumplan un criterio de no reconocimiento.

65 Esto puede proporcionar una comunicación mejorada en muchas realizaciones y puede en muchas aplicaciones

permitir un mayor rendimiento donde los datos se transmiten continuamente y la acción solo se toma en caso de que se produzca un error o una situación no deseada.

5 El criterio de no acuse de recibo puede incluir, por ejemplo, una consideración de que no se recibe un mensaje de acuse de recibo esperado.

De acuerdo con una característica opcional de la invención, el transmisor está dispuesto para retransmitir segundos datos en respuesta a que los primeros datos cumplen el criterio de no reconocimiento.

10 De acuerdo con una característica opcional de la invención, el aparato de transferencia de energía es el receptor de energía, el primer esquema de modulación utiliza modulación de frecuencia, y el segundo esquema de modulación utiliza modulación de carga.

15 Esto puede permitir un funcionamiento y/o un rendimiento y/o una implementación particularmente ventajosos en muchos escenarios.

De acuerdo con una característica opcional de la invención, el aparato de transferencia de energía es el transmisor de energía, el primer esquema de modulación utiliza modulación de carga, y el segundo esquema de modulación utiliza modulación de frecuencia.

20 Esto puede permitir un funcionamiento y/o un rendimiento y/o una implementación particularmente ventajosos en muchos escenarios.

De acuerdo con una característica opcional de la invención, el sincronizador está dispuesto para sincronizar el transmisor en respuesta a una variación de amplitud de la señal de transferencia de energía.

25 De acuerdo con una característica opcional de la invención, el sincronizador está dispuesto para sincronizar el transmisor en respuesta a ciclos de la señal de transferencia de energía.

30 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un sistema de transferencia de energía que comprende un receptor de energía y un transmisor de energía para realizar una transferencia de energía inalámbrica desde al receptor de energía, comprendiendo el transmisor de energía: una primera bobina de transferencia de energía dispuesta para transferir energía a una segunda bobina de transferencia de energía del receptor de energía a través de una señal de transferencia de energía; un primer receptor dispuesto para recibir primeros datos desde el receptor de energía, estando los primeros datos modulados en la señal de transferencia de energía de acuerdo con un primer esquema de modulación en el que cada símbolo de datos está representado por una secuencia de intervalos de tiempo que tienen cada uno un nivel de modulación constante dependiente de un valor de símbolo de datos para el símbolo de datos, estando la secuencia de intervalos de tiempo sincronizada con la señal de transferencia de energía; un primer transmisor dispuesto para transmitir segundos datos al receptor de energía modulando la señal de transferencia de energía de acuerdo con un segundo esquema de modulación, siendo una duración de símbolo para símbolos de datos del segundo esquema de modulación un divisor de una duración de al menos un intervalo de tiempo de la secuencia de intervalos de tiempo; y un primer sincronizador dispuesto para sincronizar el transmisor para transmitir los segundos datos alineados con los primeros datos sincronizando la transmisión de los segundos datos con la señal de transferencia de energía; y comprendiendo el receptor de energía: una segunda bobina de transferencia de energía dispuesta para recibir energía desde la primera bobina de transferencia de energía del transmisor de energía a través de la señal de transferencia de energía; un segundo transmisor dispuesto para transmitir primeros datos al transmisor de energía de acuerdo con el segundo esquema de modulación; un segundo receptor dispuesto para recibir segundos datos del transmisor de energía de acuerdo con el un segundo esquema de modulación; y un segundo sincronizador dispuesto para sincronizar el segundo transmisor para transmitir los primeros datos con intervalos de tiempo de la secuencia de intervalos de tiempo alineados con la señal de transferencia de energía.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un método de funcionamiento para un aparato de transferencia de energía para la transferencia inalámbrica de energía desde un transmisor de energía a un receptor de energía, siendo el aparato de transferencia de energía uno del transmisor de energía y el receptor de energía, comprendiendo el aparato de transferencia de energía: una bobina de transferencia de energía dispuesta para intercambiar energía con una bobina de transferencia de energía complementaria de un aparato de transferencia de energía complementario a través de una señal de transferencia de energía, siendo el aparato de transferencia de energía complementario con el otro del transmisor de energía y el receptor de energía; comprendiendo el método: recibir primeros datos del aparato complementario de transferencia de energía, estando los primeros datos modulados en la señal de transferencia de energía de acuerdo con un primer esquema de modulación en el que cada símbolo de datos está representado por una secuencia de intervalos de tiempo que tienen cada uno un nivel de modulación constante dependiente de un valor de símbolo de datos para el símbolo de datos, estando la secuencia de intervalos de tiempo sincronizada con la señal de transferencia de energía; transmitir segundos datos al aparato de transferencia de energía complementario modulando la señal de transferencia de energía de acuerdo con un segundo esquema de modulación, siendo una duración de símbolo para símbolos de datos del segundo esquema de modulación un divisor de una duración de al menos un intervalo de tiempo de la secuencia de intervalos de tiempo; y sincronizar la

transmisión de los segundos datos para que estén alineados con los primeros datos sincronizando la transmisión de los segundos datos con la señal de transferencia de energía.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un método de operación para un sistema de transferencia de energía que comprende un receptor de energía y un transmisor de energía para realizar una transferencia de energía inalámbrica desde el receptor de energía, comprendiendo el transmisor de energía una primera bobina de transferencia de energía dispuesta para transferir energía a una segunda bobina de transferencia de energía del receptor de energía a través de una señal de transferencia de energía y comprendiendo el receptor de energía la segunda bobina de transferencia de energía dispuesta para recibir energía desde la primera bobina de transferencia de energía del transmisor de energía a través de la señal de transferencia de energía; comprendiendo el método que el transmisor de energía realiza las etapas de: recibir los primeros datos desde el receptor de energía, estando los primeros datos modulados en la señal de transferencia de energía de acuerdo con un primer esquema de modulación en el que cada símbolo de datos está representado por una secuencia de intervalos de tiempo que tienen cada uno un nivel de modulación constante dependiente de un valor de símbolo de datos para el símbolo de datos, estando la secuencia de intervalos de tiempo sincronizada con la señal de transferencia de energía; transmitir segundos datos al receptor de energía modulando la señal de transferencia de energía de acuerdo con un segundo esquema de modulación, siendo una duración de símbolo para símbolos de datos del segundo esquema de modulación un divisor de una duración de al menos un intervalo de tiempo de la secuencia de intervalos de tiempo; y sincronizar la transmisión de los segundos datos para que estén alineados con los primeros datos sincronizando la transmisión de los segundos datos con la señal de transferencia de energía; y el receptor de energía realiza las etapas de: transmitir los primeros datos al transmisor de energía de acuerdo con el segundo esquema de modulación; recibir los segundos datos desde el transmisor de energía de acuerdo con el segundo esquema de modulación; y sincronizar la transmisión de los primeros datos para que estén alineados con los intervalos de tiempo de la secuencia de intervalos de tiempo sincronizando la transmisión de los segundos datos con la señal de transferencia de energía.

Estos y otros aspectos, características y ventajas de la invención serán evidentes y se aclararán con referencia a los modos de realización descritos a continuación.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Realizaciones de la invención se describirán ahora, a modo de ejemplo solamente, con referencia a los dibujos, en los que

La figura 1 ilustra un ejemplo de elementos de un sistema de transferencia de energía de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;
La figura 2 ilustra un ejemplo de elementos de un transmisor de energía de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;
La figura 3 ilustra un ejemplo de elementos de un receptor de energía de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;
La figura 4 ilustra un ejemplo de codificación bifásica;
La figura 5 ilustra un ejemplo de esquemas de transmisión de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;
La figura 6 ilustra un ejemplo de un inversor para un transmisor de energía de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;
La figura 7 ilustra un ejemplo de un inversor para un transmisor de energía de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;
La figura 8 ilustra un ejemplo de unas señales para un transmisor de energía de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;
La figura 9 ilustra un ejemplo de esquemas de transmisión de acuerdo con algunas realizaciones de la invención;
La figura 10 ilustra un ejemplo de esquemas de transmisión de acuerdo con algunas realizaciones de la invención; y
La figura 11 ilustra un ejemplo de esquemas de transmisión de acuerdo con algunas realizaciones de la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE ALGUNAS REALIZACIONES DE LA INVENCION

La siguiente descripción se centra en las realizaciones de la invención aplicables a un sistema de transferencia inalámbrica de energía que utiliza un enfoque de transferencia de energía como el conocido por las especificaciones Qi o Ki. Sin embargo, se apreciará que la invención no se limita a esta aplicación, sino que puede aplicarse a muchos otros sistemas inalámbricos de transferencia de energía.

La figura 1 ilustra un ejemplo de un sistema de transferencia de energía de acuerdo con algunas realizaciones de la invención. El sistema de transferencia de energía comprende un transmisor de energía 101 que incluye (o está acoplado a) una bobina/inductor de transmisión 103. El sistema comprende además un receptor de energía 105 que incluye (o está acoplado a) una bobina/inductor de recepción 107.

El sistema proporciona una transferencia de energía inductiva inalámbrica desde el transmisor de energía 101 al receptor de energía 105. Específicamente, el transmisor de energía 101 genera una señal de transferencia de energía inductiva inalámbrica (también denominada señal de transferencia de energía o señal de transferencia de energía inductiva), que se propaga como un flujo magnético por la bobina o inductor de transmisión 103. La señal de transferencia de energía puede tener típicamente una frecuencia entre unos 20 kHz y unos 500 kHz, y a menudo para sistemas compatibles con Qi típicamente en el intervalo de 95 kHz a 205 kHz. Para aplicaciones de alta energía tal como, por ejemplo, las especificaciones Ki desarrolladas para aplicaciones de cocina de alta energía, la frecuencia puede situarse, por ejemplo, entre 20 kHz y 80 kHz. La bobina de transmisión 103 y la bobina de recepción 107 están débilmente acopladas, por lo que la bobina de recepción 107 recoge (al menos parte de) la señal de transferencia de energía del transmisor de energía 101. Así, la energía se transfiere desde el transmisor de energía 101 al receptor de energía 105 a través de un acoplamiento inductivo inalámbrico de la bobina de transmisión 103 a la bobina de recepción 107. El término señal de transferencia de energía se utiliza principalmente para referirse a la señal inductiva/campo magnético entre la bobina de transmisión 103 y la bobina de recepción 107 (la señal de flujo magnético), pero se apreciará que por equivalencia también puede considerarse y utilizarse como referencia a una señal eléctrica proporcionada a la bobina de transmisión 103 o captada por la bobina de recepción 107.

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

El sistema está dispuesto para transferir niveles de energía sustanciales, y específicamente el transmisor de energía puede soportar niveles de energía superiores a 500 mW, 1 W, 5 W, 50 W, 100 W o 500 W en muchas realizaciones. Por ejemplo, para las aplicaciones correspondientes a Qi, las transferencias de energía pueden estar típicamente en el intervalo de energía de 1-5 W para aplicaciones de baja energía, y por encima de 100 W y hasta más de 2000 W para aplicaciones de alta energía, tal como, por ejemplo, las soportadas por las Especificaciones Ki que está desarrollando el Consorcio de Energía Inalámbrica.

A continuación, se describirá el funcionamiento del transmisor de energía 101 y del receptor de energía 105 con referencia específica a una realización de acuerdo con la Especificación Qi (excepto por las modificaciones y mejoras descritas en el presente documento (o consecuentes)).

El sistema de la figura 1 utiliza comunicación bidireccional para soportar la operación de transferencia de energía. La comunicación bidireccional se utiliza para configurar, establecer y controlar la transferencia de energía y puede incluir el intercambio de una serie de datos de control. En particular, un canal de comunicación entre el receptor de energía inalámbrico y el transmisor de energía inalámbrico se considera crítico para establecer un bucle de retroalimentación desde el receptor de energía inalámbrico al transmisor de energía inalámbrico, que es vital para la estabilidad del sistema de energía.

La comunicación entre el transmisor de energía y el receptor de energía puede lograrse ventajosamente en muchos sistemas utilizando la señal de transferencia de energía como un portador de comunicación. El transmisor de comunicación del transmisor de energía o el receptor de energía puede modular la señal de transferencia de energía en respuesta a los datos que se transmiten y el receptor de energía complementario puede demodular la señal de transferencia de energía para recuperar los datos. La comunicación que utiliza la señal de transferencia de energía también se conoce como comunicación en banda.

Muchos sistemas, tal como específicamente Qi, utilizan la señal de transferencia de energía para la comunicación en ambas direcciones y, por lo tanto, los datos se comunican en direcciones opuestas utilizando el mismo portador de comunicación. Por lo tanto, una situación particular en tales sistemas es que una única señal de transferencia de energía que transfiere energías entre los dispositivos también se utiliza como un portador de comunicación para múltiples enlaces de comunicación en direcciones opuestas.

Con el fin de soportar tales comunicaciones múltiples, sistemas tales como Qi emplean un enfoque de división de tiempo en el que la comunicación en las dos direcciones se realiza en diferentes intervalos de tiempo de tal manera que la comunicación solo se realiza en una dirección a la vez. Específicamente, un marco de tiempo de repetición puede ser empleado para la señal de transferencia de energía con el marco de tiempo que comprende intervalos de tiempo distintos para la comunicación desde el transmisor de energía al receptor de energía (en lo sucesivo también referido como la dirección hacia adelante de la comunicación hacia adelante) y para la comunicación desde el receptor de energía al transmisor de energía (en lo sucesivo referido como la dirección inversa o comunicación inversa).

Tal enfoque puede lograr la independencia entre la comunicación en las diferentes direcciones. Esto es especialmente difícil de conseguir en los sistemas inalámbricos de transferencia de energía que utilizan la señal de transferencia de energía como un portador para múltiples comunicaciones. En concreto, el uso de diferentes esquemas y técnicas de modulación suele ser insuficiente para separar las comunicaciones.

Específicamente, Qi utiliza modulación de frecuencia para la comunicación hacia adelante y modulación de carga para la comunicación hacia atrás. La modulación de carga puede considerarse un ejemplo de modulación de amplitud en el sentido de que el receptor detecta las variaciones de amplitud de la señal de transferencia de energía causadas por la modulación/cambios de carga. Sin embargo, la amplitud de la señal de transferencia de energía suele depender también de la frecuencia de la señal de transferencia de energía y, de hecho, en muchos sistemas se utilizan variaciones de frecuencia para adaptar el nivel de energía de la señal de transferencia de energía. Así, la modulación de frecuencia provocará directamente variaciones de amplitud. Además, las variaciones de modulación de frecuencia suelen detectarse mediante un demodulador de frecuencia que también puede tener cierta sensibilidad a las variaciones (especialmente rápidas) de amplitud del portador, es decir, de la señal de transferencia de energía. Por lo tanto, las interferencias cruzadas tienden a ser particularmente difíciles de abordar en los sistemas inalámbricos de transferencia de energía, lo que hace que la mayoría de estos sistemas utilicen un enfoque de división temporal para aislar las comunicaciones entre sí.

Sin embargo, tal enfoque también tiene desventajas. Reduce sustancialmente la capacidad de comunicación disponible y, en concreto, la velocidad de datos efectiva tiende a reducirse sustancialmente en comparación con la máxima disponible en ambas direcciones si solo se realizara una comunicación. Además, puede producirse un retraso sustancial en la comunicación, ya que ésta no puede realizarse hasta el intervalo de tiempo asignado al canal de comunicación. Además, la fiabilidad y el rendimiento de las comunicaciones pueden verse reducidos. Por ejemplo, pueden requerirse símbolos de datos más cortos (y, por lo tanto, energías de símbolo más bajas) o puede necesitarse menos corrección de errores. Esto puede conducir directamente a una menor velocidad de transmisión de datos.

El rendimiento de comunicación reducido puede afectar al rendimiento global de un sistema inalámbrico de transferencia de energía. Puede reducir las funciones posibles debido a la reducción de la capacidad de comunicación (por ejemplo, puede que no haya tiempo suficiente para realizar la comunicación necesaria para algunas funciones) y/o reducir el rendimiento de algunas funciones implementadas (tal como reducir el tiempo de reacción o la precisión de un bucle de control de energía).

De hecho, para proporcionar un control eficiente de la transferencia de energía, es deseable tener una alta velocidad de datos de comunicación entre el transmisor de energía y el receptor de energía.

A continuación, se describe un enfoque que puede permitir un rendimiento mejorado en muchos escenarios y para muchas aplicaciones. El enfoque puede permitir, facilitar o mejorar específicamente la comunicación simultánea en las dos direcciones. Por lo general, este enfoque permite reducir las interferencias entre las comunicaciones, de modo que la detección/demodulación de la comunicación en una dirección puede verse menos afectada por la comunicación en la otra dirección. En algunos casos, la detección/demodulación de la comunicación en la otra dirección también puede ser menos sensible y, por lo tanto, en muchas realizaciones se puede reducir la interferencia cruzada general en ambas direcciones, permitiendo o mejorando así la comunicación simultánea en las dos direcciones opuestas.

En el enfoque, un primer esquema de modulación (que puede ser el esquema de modulación hacia delante o el esquema de modulación hacia atrás) es un esquema de modulación en el que cada valor de símbolo de datos está representado por una secuencia de intervalos de tiempo y teniendo cada intervalo de tiempo un nivel de modulación constante que depende del valor de símbolo de datos. En el primer esquema de modulación, cada símbolo de datos puede estar representado por un patrón de niveles de modulación secuenciales, siendo el patrón diferente para los distintos símbolos de datos. Los niveles de modulación para cada intervalo de tiempo pueden seleccionarse a partir de un conjunto de niveles de modulación. En algunas aplicaciones, los patrones para todos los símbolos de datos posibles pueden comprender diferentes niveles de modulación. En otras aplicaciones, uno o más símbolos de datos pueden comprender diferentes niveles de modulación, mientras que potencialmente uno o más símbolos de datos pueden tener el mismo nivel de modulación constante para todos los intervalos de tiempo. En algunas aplicaciones, todos los intervalos de tiempo de al menos un símbolo de datos pueden tener diferentes niveles de modulación. En algunas aplicaciones, los intervalos de tiempo para cada símbolo de datos de todos los símbolos de datos pueden tener diferentes niveles de modulación.

Un nivel de modulación puede ser un valor del parámetro que se modula/varía en dependencia del símbolo de datos. Por ejemplo, para FM un nivel de modulación puede ser una modulación de frecuencia, para LM puede ser una carga de la señal de transferencia de energía, para PM (Modulación de Fase) puede ser una fase de la señal de transferencia de energía, y para AM (Modulación de Amplitud) puede ser una amplitud de la señal de transferencia de energía.

En consecuencia, un símbolo de datos puede representarse mediante una secuencia de intervalos de tiempo. Para cada intervalo de tiempo, el nivel de modulación se ajusta a un valor constante cuyo valor depende del símbolo de datos. En muchas aplicaciones, el nivel de modulación para cada intervalo de tiempo puede ser diferente para al menos dos de los posibles símbolos de datos.

El enfoque se describirá con más detalle con referencia a la figura 2, que ilustra elementos del transmisor de energía 101 y a la figura 3, que ilustra elementos del receptor de energía 105 de la figura 1 con más detalle.

La figura 2 ilustra un ejemplo de elementos del transmisor de energía 101 de la figura 1 con más detalle. La bobina de

transmisión 103 está acoplada a un accionador 201 que genera una señal de accionamiento para la bobina de transmisión 103. El accionador 201 genera la señal de corriente y tensión que se alimenta al inductor de transmisión 103. El accionador 201 suele ser un circuito de accionamiento en forma de inversor que genera una señal alterna a partir de una tensión continua. La salida del accionador 201 suele ser un puente de conmutación que genera la señal de accionamiento mediante la conmutación adecuada de los conmutadores del puente de conmutación.

El accionador 201 está acoplado a un controlador de transmisión de energía 203 que está dispuesto para controlar el funcionamiento del transmisor de energía 101. El controlador del transmisor de energía 203 puede estar dispuesto para controlar el funcionamiento del transmisor de energía 101 para realizar las funciones requeridas y deseadas asociadas con los protocolos de transferencia de energía del sistema, y puede específicamente en el presente ejemplo estar dispuesto para controlar el transmisor de energía 101 para que funcione de acuerdo con las especificaciones Qi. Por ejemplo, el controlador del transmisor de energía 203 puede incluir funciones para detectar un receptor de energía, para iniciar la transferencia de energía, para soportar la transferencia de energía, para finalizar la transferencia de energía, etc.

En el ejemplo, el transmisor de energía 101 comprende además un primer transmisor 205 que está dispuesto para transmitir datos al receptor de energía 105 utilizando la señal de transferencia de energía como un portador de comunicación. El primer transmisor 205 puede estar preparado para modular datos en la señal de transferencia de energía utilizando un esquema de modulación. Por ejemplo, el primer transmisor 205 puede controlar el accionador para variar la frecuencia, la amplitud y/o la fase de la señal de accionamiento en respuesta a los datos a transmitir. De este modo, el controlador 203 del transmisor de energía puede transmitir datos al receptor de energía 105 utilizando, por ejemplo, modulación de frecuencia, amplitud y/o fase. El primer transmisor 205 puede estar específicamente dispuesto para comunicar mensajes al receptor de energía modulando en frecuencia la señal de transferencia de energía de acuerdo con las Especificaciones Qi. De este modo, el primer transmisor 205 está preparado para transmitir datos al receptor de energía 105 mediante un enlace de comunicación directa en banda.

El transmisor de energía 101 comprende además un primer receptor 207 que está dispuesto para recibir datos desde el receptor de energía 105. El primer receptor 207 puede disponerse típicamente para recibir mensajes desde el receptor de energía 105 mediante la modulación de carga del receptor de energía 105 de la señal de transferencia de energía como sabrá el experto, por ejemplo, a partir de las especificaciones de transferencia de energía Qi.

Como se ilustra en la ilustración de ejemplo de la figura 3, la bobina de recepción 107 del receptor de energía 105 está acoplada a un controlador de receptor de energía 301 que acopla la bobina de recepción 107 a una carga 303. El controlador del receptor de energía 301 incluye una trayectoria de control de energía que convierte la energía extraída por la bobina de recepción 107 en una alimentación adecuada para la carga 303. Además, el controlador del receptor de energía 301 puede incluir diversas funcionalidades del controlador del receptor de energía necesarias para realizar la transferencia de energía y, en particular, funciones necesarias para realizar la transferencia de energía de acuerdo con las Especificaciones Qi.

El receptor de energía 105 comprende además un segundo transmisor 305 que está dispuesto para comunicarse con el primer transmisor 205 utilizando la señal de transferencia de energía como un portador. Así, el primer receptor 207 y el segundo transmisor 305 establecen un enlace de comunicación en banda.

En el ejemplo específico, el segundo transmisor 305 está dispuesto para modular la señal de transferencia de energía mediante modulación de carga y el primer receptor 207 está dispuesto para decodificar la modulación de carga para recuperar los datos transmitidos. Se apreciará que las técnicas y enfoques para la modulación de carga (y demodulación) son conocidos por la persona experta y por brevedad no se describirán más en el presente documento.

El receptor de energía 105 comprende además un segundo receptor 307 que está dispuesto para recibir los datos transmitidos desde el primer transmisor 205, y por lo tanto está dispuesto para demodular la modulación de la señal de transferencia de energía realizada por el primer transmisor 205 para demodular los datos transmitidos por el primer transmisor 205. En el ejemplo específico, el segundo receptor 307 comprende un demodulador FM dispuesto para demodular la modulación FM del primer transmisor 205.

De este modo, el receptor de energía y el transmisor de energía establecen dos canales de comunicación en banda en la dirección de avance y retroceso respectivamente, permitiendo así una comunicación bidireccional. La comunicación en la dirección de avance se realiza de acuerdo con un esquema de modulación, en lo sucesivo denominado esquema de modulación de avance, y la comunicación en la dirección inversa se realiza de acuerdo con otro esquema de modulación, en lo sucesivo denominado esquema de modulación inversa. Los esquemas de modulación suelen seleccionarse para que sean diferentes en las dos direcciones, es decir, los esquemas de modulación directa e inversa suelen ser diferentes y utilizar distintos tipos de modulación. En muchas realizaciones, los dos esquemas de modulación pueden emplear diferentes formatos de modulación, y específicamente pueden utilizar diferentes selecciones del grupo de modulación de frecuencia, modulación de carga, modulación de fase y modulación de amplitud (aunque otros formatos de modulación también pueden ser utilizados en algunas aplicaciones). En el ejemplo concreto, el esquema de modulación hacia delante emplea modulación de frecuencia (FM) y el esquema de modulación hacia atrás emplea modulación de carga (LM).

Los dos enlaces de comunicación pueden potencialmente causar interferencias cruzadas, ya que ambos utilizan la señal de transferencia de energía como un portador de comunicación. Sin embargo, en lugar de emplear la división temporal entre las comunicaciones, el sistema descrito emplea la comunicación simultánea en ambas direcciones. Esta comunicación simultánea se apoya en enfoques de mitigación de interferencias, como se expondrá a continuación.

En muchas realizaciones, el conjunto de niveles de modulación puede comprender solamente dos niveles de modulación, es decir, la modulación de la señal de transferencia de energía puede para cada intervalo de tiempo ajustarse a uno de dos niveles de modulación diferentes. En este ejemplo, los símbolos de datos pueden representarse mediante una secuencia y un patrón de niveles de modulación binaria. Además, en muchas realizaciones, los símbolos de datos pueden ser símbolos binarios y, por lo tanto, la modulación según el primer esquema de modulación puede consistir en seleccionar entre dos secuencias/patrones diferentes de niveles de modulación.

Como ejemplo específico, el primer esquema de modulación puede emplear un código bifásico o de Manchester. En tal caso, cada símbolo de datos puede transmitirse como una de dos secuencias, dividiéndose cada una de ellas en dos intervalos de tiempo. Específicamente, para uno de los valores de bit la secuencia puede comprender dos intervalos de tiempo (también denominados medios bits) que tienen el mismo nivel de modulación constante y para el otro valor de bit la secuencia puede comprender dos intervalos de tiempo (medios bits) que tienen diferentes niveles de modulación constante. Así, en este caso, un valor de bit está representado por ningún cambio del valor del parámetro de modulación y el otro valor de bit está representado por un cambio del valor del parámetro de modulación. Este ejemplo se ilustra en la figura 4. Como otro ejemplo, en algunas realizaciones, los niveles de modulación pueden seleccionarse de forma diferente en ambos intervalos de tiempo.

El primer esquema de modulación utiliza así un enfoque en el que la duración del símbolo de datos se divide en intervalos de tiempo en los que para cada intervalo de tiempo el nivel de modulación es constante y en los que para al menos o más intervalos de tiempo, el nivel de modulación es diferente para diferentes símbolos de datos. En muchas aplicaciones, los intervalos de tiempo tienen una duración constante, es decir, todos los intervalos de tiempo pueden tener la misma duración.

El segundo esquema de modulación emplea un esquema de modulación en el que la duración del símbolo para símbolos de datos del segundo esquema de modulación es un divisor de una duración de al menos un intervalo de tiempo de la secuencia de intervalos de tiempo, y típicamente de todos los intervalos de tiempo. La duración de uno, y típicamente todos, los intervalos de tiempo son, por lo tanto, un múltiplo de la duración de los símbolos de datos del segundo esquema de modulación. El divisor/múltiplo puede ser cualquier número entero incluido uno, es decir, la duración del símbolo del segundo esquema de modulación puede ser específicamente idéntica a una duración de la pluralidad de intervalos de tiempo.

Por consiguiente, en el tiempo durante el cual se transmite un único intervalo de tiempo de un nivel de modulación constante de acuerdo con el primer esquema de modulación, pueden transmitirse uno o más símbolos completos de acuerdo con el segundo esquema de modulación.

Un ejemplo del enfoque se ilustra en la figura 5. La figura 5 ilustra la transmisión de un único símbolo de datos de acuerdo con el primer esquema de modulación en el que éste se transmite mediante una secuencia de k intervalos de tiempo T_I en los que el nivel de modulación es constante para cada intervalo de tiempo (por ejemplo, frecuencia o carga constantes). Para cada intervalo de tiempo, se transmiten n símbolos de datos en la otra dirección utilizando el segundo esquema de modulación, donde n es un número entero mayor o igual que uno.

La tasa de símbolos para el segundo esquema de modulación es mayor que la tasa de símbolos para el primer esquema de modulación. Para que el número de símbolos de datos del segundo esquema de modulación transmitidos por intervalo de tiempo sea igual a uno, es decir, para que la duración del símbolo del segundo esquema de modulación sea igual a la duración de un intervalo de tiempo, la velocidad de transmisión de datos del segundo esquema de modulación será superior a la velocidad de transmisión de datos del primer esquema de modulación en un factor correspondiente al número de intervalos de tiempo en las secuencias que representan símbolos de datos de acuerdo con el primer esquema de modulación.

En el sistema, las comunicaciones en las dos direcciones, es decir, de acuerdo con los dos esquemas de modulación, se sincronizan además de tal manera que los datos transmitidos de acuerdo con el segundo esquema de modulación se sincronizan con la transmisión de datos de acuerdo con el primer esquema de modulación, y específicamente las duraciones de los símbolos de datos pueden alinearse con los intervalos de tiempo de la secuencia. Así, específicamente, los tiempos de inicio y/o fin de símbolo para las transmisiones de acuerdo con los esquemas de modulación pueden estar alineados con los tiempos de inicio y/o fin de los intervalos de tiempo de los datos transmitidos de acuerdo con el primer esquema de modulación.

Además, las transmisiones pueden estar alineadas con la señal de transferencia de energía. Por ejemplo, los tiempos de inicio/fin de los símbolos de datos y/o intervalos de tiempo pueden alinearse con cruces por cero, picos, transiciones

o puntos/fases específicos de los ciclos de la señal de transferencia de energía. Por consiguiente, las transmisiones en ambas direcciones pueden alinearse y sincronizarse con la señal de transferencia de energía. Además, la alineación y la sincronización de las transmisiones en las dos direcciones, y específicamente la alineación entre los símbolos de datos del segundo esquema de modulación y los intervalos de tiempo del primer esquema de modulación, puede lograrse sincronizando ambas transmisiones con la señal de transferencia de energía. Este enfoque puede proporcionar una sincronización precisa, pero de baja complejidad.

La comunicación puede en particular en muchas realizaciones sincronizar el receptor de energía y la comunicación del transmisor de energía con la señal de energía y, por lo tanto, entre sí. Puede aplicarse el dúplex completo con datos/velocidad de baudios variable y el sistema puede alinear la comunicación de bits (incluidas las secuencias de varios bits) en un canal de comunicación con niveles de modulación estables y constantes en el canal complementario. El enfoque puede facilitar y, a menudo, habilitar o permitir una comunicación dúplex completa eficiente.

En el enfoque, las transmisiones a la velocidad más lenta (de acuerdo con el primer esquema de modulación) pueden sincronizarse de tal manera que el estado de modulación se mantiene constante durante las transmisiones de uno o más símbolos de datos enteros para las transmisiones a la velocidad más rápida (de acuerdo con el segundo esquema de modulación). En muchas realizaciones, el transmisor que funciona de acuerdo con el primer esquema de modulación puede transmitir varios bits o bytes por nivel de modulación constante del transmisor que transmite de acuerdo con el segundo esquema de modulación.

La comunicación sincronizada y alineada puede reducir sustancialmente la interferencia cruzada y puede, en muchas realizaciones, permitir y mejorar la comunicación simultánea en direcciones opuestas utilizando la señal de transferencia de energía como un portador de comunicación común. En particular, las transmisiones de acuerdo con el segundo esquema de modulación pueden lograrse mientras que las transmisiones de acuerdo con el primer esquema de modulación no proporcionan ninguna interferencia o una interferencia reducida. En muchas realizaciones, se puede lograr una comunicación mejorada con, en particular, la recepción de transmisiones de acuerdo con el segundo esquema de modulación siendo posible con una fiabilidad mejorada. Por ejemplo, la reducción de las tasas de error para una energía de símbolo determinada puede lograrse a menudo reduciendo las interferencias.

El enfoque puede permitir una comunicación mejorada y, en particular, puede en muchas realizaciones permitir la comunicación simultánea full dúplex en ambas direcciones entre el transmisor de energía y el receptor de energía. En particular, el rendimiento de la comunicación a mayor velocidad de datos puede mejorar sustancialmente gracias a la reducción de las interferencias. Esto es especialmente atractivo en muchos escenarios, ya que las velocidades de datos más altas tienden a ser más sensibles a las interferencias (ya que a menudo pueden tener una energía de símbolo reducida). El enfoque puede ser especialmente adecuado para la transferencia inalámbrica de energía, donde los requisitos de comunicación suelen ser asimétricos. Por ejemplo, en muchas realizaciones, se puede proporcionar una velocidad de transmisión de datos sustancialmente mayor en una dirección que en la otra, permitiendo al mismo tiempo que la comunicación a mayor velocidad de transmisión de datos siga alcanzando una tasa de error baja y un rendimiento fiable.

A continuación, se describirá un ejemplo particular con respecto a un enfoque en el que la comunicación de alta velocidad de datos es desde el transmisor de energía al receptor de energía, es decir, en el que el primer transmisor 205 transmite datos de acuerdo con el segundo esquema de modulación y el segundo transmisor transmite datos de acuerdo con el primer esquema de modulación. En el ejemplo, el segundo esquema de modulación es un esquema de modulación FM y, por lo tanto, el transmisor de energía/primer transmisor 205 está dispuesto para modular en FM la señal de transferencia de energía.

El primer transmisor 205 puede estar dispuesto específicamente para transmitir símbolos de datos, tales como símbolos de datos binarios, utilizando la Modulación por Desplazamiento de Frecuencia (FSK), en la que cada valor de símbolo de datos (bit para un esquema de modulación binaria) está representado por la señal de transferencia de energía que se ajusta a una frecuencia específica que es única para ese símbolo de datos. El primer transmisor 205 puede estar preparado para transmitir el símbolo FSK a una velocidad de transmisión de datos elevada, tal como, por ejemplo, de 0,1 kbps a 100 kbps.

En el ejemplo, el segundo transmisor 305 está dispuesto para transmitir datos de acuerdo con el primer esquema de modulación que en este caso puede utilizar modulación de carga, y específicamente puede utilizar una codificación bifásica/de Manchester. En el ejemplo, el primer esquema de modulación puede utilizar modulación de carga y, por lo tanto, el receptor de energía/segundo transmisor 305 está dispuesto para modular de carga la señal de transferencia de energía. La modulación de carga es tal que cada símbolo de datos está representado por un patrón/secuencia de un conjunto de niveles de carga, siendo el nivel de carga constante en cada intervalo de tiempo. En muchas realizaciones, la modulación de carga puede ser una combinación binaria y, por lo tanto, el segundo transmisor 305 puede seleccionar entre dos secuencias/patrones de niveles de carga constantes en función del valor de bit que se transmita. En muchas realizaciones, los patrones/secuencias pueden ser un patrón/secuencia de niveles de carga binarios. Para cada intervalo de tiempo, se puede seleccionar uno de los dos niveles de carga con el patrón/secuencia resultante correspondiente al símbolo de datos o bit que se va a transmitir.

La velocidad de datos (símbolo) de la modulación de carga es inferior a la velocidad de datos (símbolo) de la modulación de FM. El segundo transmisor 305 puede estar dispuesto para transmitir el símbolo de modulación de carga a una velocidad de datos inferior, como por ejemplo, específicamente con una velocidad de datos de, por ejemplo, 1 kbps a 200 kbps.

El transmisor de energía comprende un primer sincronizador 209 que está dispuesto para sincronizar el primer transmisor 205 para transmitir datos alineados y sincronizados con la señal de transferencia de energía. Por ejemplo, las transmisiones pueden sincronizarse de tal manera que los símbolos tengan tiempos de inicio y/o fin que estén en línea con cruces por cero de la señal de transferencia de energía o con mínimos de variaciones periódicas de amplitud de la señal de transferencia de energía.

De forma similar, el receptor de energía comprende un segundo sincronizador 309 que está dispuesto para sincronizar el segundo transmisor 305 para transmitir datos alineados y sincronizados con la señal de transferencia de energía. Por ejemplo, las transmisiones pueden sincronizarse de tal manera que los símbolos tengan tiempos de inicio y/o fin que estén en línea con cruces por cero de la señal de transferencia de energía o con mínimos de variaciones periódicas de amplitud de la señal de transferencia de energía.

En algunas realizaciones, el primer sincronizador 209 y/o el segundo sincronizador 309 pueden disponerse para sincronizar las respectivas transmisiones de datos con la temporización de los ciclos de la señal de transferencia de energía. La frecuencia de la señal de transferencia de potencia puede estar comprendida entre 20 kHz y 500 kHz. El primer sincronizador 209 y/o el segundo sincronizador 309 pueden sincronizarse a estos ciclos de forma que, por ejemplo, cada símbolo se inicie en un cruce por cero o en un pico del ciclo.

En muchas realizaciones, los símbolos de datos pueden tener una duración de varios y posiblemente muchos ciclos. El sincronizador puede estar dispuesto además para sincronizar la transmisión de datos en respuesta a una temporización de los datos recibidos por el receptor del dispositivo. Así, la transmisión de datos de acuerdo con el segundo esquema de modulación puede ser adaptada por el sincronizador en respuesta a una temporización de los datos recibidos de acuerdo con el segundo esquema de modulación. Específicamente, el sincronizador puede ser capaz de detectar cambios en el nivel de modulación de los datos recibidos y alinear la transmisión de símbolos de datos por el transmisor para que estén alineados con los cambios en el nivel de modulación. En concreto, el sincronizador puede detectar los cambios en el nivel de modulación y, a continuación, adaptar la transmisión de forma que el inicio de un nuevo símbolo coincida con un cruce por cero de la señal de transferencia de energía más cercano a dichos cambios en el nivel de modulación.

Por ejemplo, el primer sincronizador 209 puede estar dispuesto para detectar cambios en el nivel de carga causados por la modulación de carga por el segundo transmisor 305. En función de estos cambios en el nivel de carga, puede determinarse el momento de los intervalos de tiempo. Por ejemplo, si se determina que los intervalos de tiempo tienen una duración correspondiente a, digamos, 10 ciclos de la señal de transferencia de energía, el primer sincronizador 209 puede operar un bucle de enganche de fase basado en una señal de error que refleja la diferencia entre las transiciones de intervalos de tiempo predichas por el bucle de enganche de fase y los tiempos de los cambios de nivel detectados. Además, los tiempos previstos de las transiciones de intervalo de tiempo/cambios de nivel de modulación y/o los tiempos de los cambios de nivel de modulación medidos pueden sincronizarse con (específicamente cuantificarse en) los tiempos del cruce por cero de la señal de transferencia de energía.

Tal enfoque puede proporcionar una temporización altamente precisa de los símbolos de datos transmitidos por el primer transmisor 205 de tal manera que se alinean estrechamente con los intervalos de tiempo en la transmisión en la otra dirección.

Se apreciará que en algunas realizaciones, un enfoque equivalente puede ser aplicado por el segundo sincronizador 309 que basándose en los cambios de nivel de modulación en las transmisiones desde el primer transmisor 205 y la temporización de los ciclos de la señal de transferencia de energía, puede adaptar la temporización de la modulación de carga de tal manera que los símbolos de datos se alineen con los cambios de frecuencia.

La sincronización a la señal de transferencia de energía para ambas transmisiones puede permitir que las transmisiones estén alineadas y sincronizadas entre sí. En algunas realizaciones, la sincronización en ambos extremos puede realizarse únicamente sincronizándose a la señal de transferencia de energía y sin tener en cuenta las propiedades específicas de temporización de símbolos del otro enlace de comunicación (que se encuentra en la dirección opuesta).

En algunas realizaciones, uno o ambos sincronizadores pueden estar dispuestos para sincronizar la temporización de las transmisiones de datos del aparato/dispositivo correspondiente a las variaciones de amplitud en la señal de transferencia de energía, y específicamente a las variaciones de amplitud en la señal de transferencia de energía.

Las variaciones de amplitud pueden ser causadas específicamente por variaciones de amplitud en la energía/tensión de alimentación. Por ejemplo, en muchas realizaciones, la tensión de alimentación suministrada al accionador/inversor 201 se genera directamente a partir de una tensión de red sin ninguna regulación o suavización de la tensión (pero

posiblemente con alguna rectificación) y, por lo tanto, en la práctica puede ser a menudo una tensión de alimentación sinusoidal o sinusoidal rectificada. Normalmente, tiene una frecuencia relativamente baja de 50 Hz o 60 Hz (o el doble si se aplica rectificación) y el accionador genera la señal de accionamiento de mayor frecuencia a partir de esta tensión de alimentación. El nivel de amplitud/energía de la señal de accionamiento de alta frecuencia varía en consecuencia con la señal de tensión de alimentación.

Por ejemplo, el accionador 201 es típicamente un circuito de accionamiento en forma de inversor que genera una señal alterna a partir de una tensión de CC. La salida del accionador 201 suele ser un puente de conmutación que genera la señal de accionamiento mediante la conmutación adecuada de los conmutadores del puente de conmutación. La figura 6 muestra un inversor/puente de conmutación de medio puente. Los interruptores S1 y S2 se controlan de forma que nunca estén cerrados al mismo tiempo. Alternativamente S1 está cerrado mientras S2 está abierto y S2 está cerrado mientras S1 está abierto. Los interruptores se abren y cierran con la frecuencia deseada, generando así una señal alterna en la salida. Normalmente, la salida del inversor se conecta al inductor del transmisor a través de un condensador de resonancia. La figura 7 muestra un inversor/puente de conmutación de puente completo. Los interruptores S1 y S2 se controlan de forma que nunca estén cerrados al mismo tiempo. Los interruptores S3 y S4 se controlan de forma que nunca estén cerrados al mismo tiempo. Los interruptores S1 y S4 se cierran alternativamente mientras S2 y S3 están abiertos, y luego S2 y S3 se cierran mientras S1 y S4 están abiertos, creando así una señal de onda cuadrada en la salida. Los interruptores se abren y cierran con la frecuencia deseada.

El transmisor de energía puede ser accionado típicamente por una señal de CA de red que es sustancialmente una onda sinusoidal como se muestra en la primera línea Ured de la figura 8. La tensión de red Ured puede rectificarse mediante un convertidor de CA/CC para generar la tensión Udc_abs. Normalmente, en este tipo de aplicaciones no se utiliza un condensador de almacenamiento de gran tamaño para suavizar la tensión de red rectificada, ya que aumenta la distorsión armónica total de la red y puede resultar costoso. Como resultado, el convertidor de CA/CC genera una tensión continua variable que puede utilizarse para alimentar el accionador. Esto puede dar lugar a una tensión de salida del inversor correspondiente a Uac_HF. El circuito de resonancia, del que típicamente forma parte la bobina de transmisión 103, producirá un suavizado que dará lugar a una señal de transferencia de energía, tal como refleja la señal Usc_Tx de la figura 8.

Así, en muchos sistemas inalámbricos de transferencia de energía, se genera una señal de transferencia de energía que tiene variaciones periódicas de amplitud. En tales escenarios, las transmisiones de datos pueden sincronizarse con las variaciones del nivel de energía/amplitud y, en concreto, pueden sincronizarse para que se produzcan en torno a los mínimos de las mismas, que suelen corresponder a los cruces por cero de la tensión de alimentación del accionador. En otros ejemplos, la sincronización puede, por ejemplo, alinearse con un máximo de la señal de transferencia de energía.

A modo de ejemplo, el primer sincronizador 209 puede disponerse para determinar mínimos de la amplitud de la señal de transferencia de energía. El primer sincronizador 209 puede aplicar específicamente un detector de amplitud a la corriente a través de la bobina de transmisión 103. En muchas realizaciones, el primer sincronizador 209 puede evaluar directamente la temporización de las señales de la bobina de transmisión 103 (o incluso del campo electromagnético utilizando, por ejemplo, una bobina de medición) en lugar de evaluar la tensión de alimentación, etc. del inversor del accionador, para reflejar cualquier retardo o desfase de temporización entre la señal de transferencia de energía y estas señales. Sin embargo, en algunas realizaciones, el primer sincronizador 209 puede sincronizar basándose en las señales del accionador.

El primer sincronizador 209 puede estar dispuesto para controlar el primer transmisor 205 de tal manera que los tiempos de símbolo estén alineados con la señal de transferencia de energía. Por ejemplo, los tiempos de inicio y parada pueden alinearse para coincidir con los mínimos (o máximos) de la señal de transferencia de energía.

De manera similar, el segundo sincronizador 309 puede detectar las variaciones de amplitud de la señal de transferencia de energía inducida y determinar los tiempos de los mínimos (o, por ejemplo, máximos). A continuación, puede controlar el segundo transmisor 305 para alinear los símbolos de datos transmitidos con la señal de transferencia de energía. Por ejemplo, no solo las horas de inicio y fin del símbolo de datos, sino también las horas de inicio y fin de los intervalos de tiempo, pueden alinearse con los mínimos de las variaciones de amplitud.

En tales enfoques, la sincronización tanto de las transmisiones del transmisor de energía como de las transmisiones del receptor de energía a la señal de transferencia de energía puede dar como resultado que estas se alineen entre sí sin requerir que otros parámetros, tales como temporizaciones específicas de datos, se consideren adicionalmente, es decir, sin requerir necesariamente que los datos de temporización de la recepción de datos se tengan en cuenta.

Como un ejemplo específico, el primer transmisor 205 puede estar dispuesto para transmitir un único símbolo/bit de datos por cada periodo de la señal de transferencia de energía, es decir, por cada intervalo entre dos mínimos (correspondiendo así a la mitad de un periodo de la señal de alimentación de red de entrada). El segundo transmisor 305 puede estar dispuesto para transmitir un nivel de modulación constante de la secuencia/patrón de niveles de modulación por cada periodo de la señal de transferencia de energía, es decir, por cada intervalo entre dos mínimos (correspondiente, por lo tanto, a la mitad de un periodo de la señal de alimentación de red de entrada). Así, la duración

de un símbolo para la transmisión de acuerdo con el segundo esquema de modulación es igual al periodo de la señal de transferencia de energía y la duración de un intervalo de tiempo único para la transmisión de acuerdo con el primer esquema de modulación es igual al periodo de la señal de transferencia de energía, y por lo tanto la duración del símbolo de datos para el segundo esquema de modulación es igual a la longitud de las secuencias/patrones multiplicada por el periodo de la señal de transferencia de energía.

Además, en dicho ejemplo, la temporización de los símbolos de datos de las transmisiones del primer esquema de modulación se alinea con la temporización de los símbolos de datos de las transmisiones del segundo esquema de modulación, y de hecho con los intervalos de tiempo individuales. Así, el enfoque puede permitir una alineación como la descrita anteriormente en la que símbolos de datos enteros del primer esquema de modulación se transmiten durante momentos en los que la transmisión en la otra dirección de acuerdo con el segundo esquema de modulación tiene un nivel de modulación constante.

En muchas realizaciones, la duración de los intervalos de tiempo es al menos igual a la duración del símbolo para símbolos de datos del segundo esquema de modulación. De hecho, en muchas realizaciones, cada símbolo de datos según el primer esquema de modulación puede representarse mediante secuencias de dos niveles de modulación/intervalos de tiempo constantes. Así, la tasa de símbolos para las transmisiones del segundo esquema de modulación puede ser el doble que la del primer esquema de modulación y los enlaces de comunicación pueden proporcionar anchos de banda/capacidades muy diferentes.

De hecho, en muchas realizaciones, la asimetría puede ser sustancialmente mayor y, de hecho, en muchas realizaciones, la duración de los intervalos de tiempo es al menos dos veces o incluso ocho veces la duración del símbolo para símbolos de datos del segundo esquema de modulación. Este enfoque puede permitir que se envíen más datos, y en concreto un byte entero, en una dirección durante el tiempo que se envía un solo bit en la otra dirección (suponiendo un escenario de símbolos de datos binarios). Así, puede admitirse una comunicación muy asimétrica.

La figura 9 ilustra un ejemplo en el que el primer esquema de modulación se adopta para la comunicación desde el receptor de energía al transmisor de energía (es decir, por el segundo transmisor 305) y el segundo esquema de modulación se adopta para la comunicación desde el transmisor de energía (es decir, por el primer transmisor 205).

En tal ejemplo, la frecuencia de la señal de transferencia de energía puede ser de alrededor de 128 kHz. El primer transmisor 205 puede incluir un modulador de frecuencia que utiliza modulación de 8 ciclos por bit (16kbps a un portador de 128kHz). Un solo byte puede requerir 11 bits si se incluyen un bit de arranque, un bit de parada y un bit de paridad. En el ejemplo, el segundo transmisor 305 puede emplear modulación bifásica, lo que da lugar a que el intervalo de tiempo de duración más corta de nivel de modulación constante sea de medio bit (la mitad de la duración del bit necesaria para la transmisión de un bit). El primer transmisor 205 puede transmitir un byte completo (incluidos los bits adicionales) por cada medio bit de modulación de carga (intervalo de tiempo), de modo que se transmiten dos bytes de FM completos en dirección de avance por cada bit de modulación de carga que se transmite en dirección de retroceso. En concreto, esto puede dar como resultado una tasa de bits de 727 bps para el canal de modulación de carga (canal FSK de 16 kbps/11 bits por byte/2 bytes por bit).

Otro ejemplo se ilustra en la figura 10. En este caso, el primer transmisor 205 transmite tres bits por medio bit/intervalo de tiempo de modulación de carga, de modo que se envían seis bits de FM por un bit de modulación de carga, lo que da como resultado una velocidad de bits de al menos 2,6 kbps para el canal de modulación de carga (canal FSK de 16 kbps/6 bits por byte).

En la figura 11 se ilustra un ejemplo en el que el transmisor de energía, el primer transmisor 205, y el enlace de comunicación hacia delante emplean el primer esquema de modulación y el receptor de energía, el segundo transmisor 305, y el enlace de comunicación hacia atrás emplean el segundo esquema de modulación. Por lo tanto, en este ejemplo, el enlace de comunicación inversa, que todavía puede utilizar modulación de carga, puede tener una velocidad de datos más alta que el enlace de comunicación directa, que todavía puede utilizar modulación de frecuencia.

Además, en el ejemplo, la modulación de carga se modula utilizando una modulación de espectro ensanchado de secuencia directa en la que los bits de modulación de carga están representados por una secuencia directa de un número adecuado de chips. En el ejemplo, la señal de transferencia de energía puede tener una frecuencia en torno a 128 kHz. El receptor de energía/segundo transmisor 305 puede utilizar una secuencia directa para manipular la carga con baja magnitud, con en el ejemplo específico una longitud de la secuencia de 35 chips. El transmisor de energía/primer transmisor 205 puede emplear un modulador de frecuencia que utiliza modulación bifásica, lo que hace que el nivel de modulación constante más corto sea un medio bit/símbolo, es decir, que cada símbolo de datos esté representado por un patrón/secuencia de dos niveles de modulación. El segundo transmisor 305/modulador de carga puede transmitir toda la secuencia directa por medio bit de FM, haciendo así que la velocidad binaria en el enlace de comunicación de FM directo sea la mitad de la velocidad binaria del enlace de comunicación inverso.

El enfoque puede proporcionar una comunicación sustancialmente mejorada y puede, en particular, mitigar la interferencia desde el enlace de comunicación más lento al enlace de comunicación más rápido.

Además, en algunas realizaciones, el nivel de modulación para las transmisiones en el enlace de comunicación más rápido puede seleccionarse de tal manera que el nivel de modulación medio para las transmisiones del enlace de comunicación más rápido (de acuerdo con el segundo esquema de modulación) sobre la duración de símbolo para las transmisiones en el enlace de comunicación más lento (de acuerdo con el primer esquema de modulación) es independiente de los valores de datos de los segundos datos. De hecho, en muchas realizaciones, el nivel medio de modulación en al menos un intervalo de tiempo de la secuencia de intervalos de tiempo es independiente de los valores de los datos.

Por ejemplo, en el ejemplo de las figuras 9 y 10, para la modulación de FM, puede utilizarse una modulación bifásica en la que, por ejemplo, un "0" se representa mediante medio bit de frecuencia f_1 seguido de medio bit de frecuencia f_2 , mientras que un "1" se representa mediante medio bit de frecuencia f_2 seguido de medio bit de f_1 . En este caso, la señal de transferencia de energía tiene la misma cantidad de tiempo con frecuencia f_1 y f_2 independientemente del bit que se transmita. En consecuencia, el impacto/interferencia promedio de la transmisión de FM sobre las variaciones de amplitud será el mismo y, al promediar toda la duración del símbolo, se puede reducir el impacto de los datos transmitidos.

Así, en tales enfoques, la interferencia del enlace de comunicación más rápido al enlace de comunicación más lento también puede reducirse/mitigarse.

En algunas realizaciones, uno o ambos de los transmisores 205, 305 pueden estar dispuestos para transmitir un número (uno o más) de símbolos ficticios con el fin de alinear un tamaño de datos para los datos del enlace de comunicación más rápido con los símbolos de datos del enlace de comunicación más lento. El tamaño de los datos puede ser, por ejemplo, un tamaño de paquete de datos, un bloque de datos o, por ejemplo, un byte.

Por ejemplo, el número de símbolos del enlace de comunicación más rápido (de acuerdo con el segundo esquema de modulación) que pueden transmitirse durante un tiempo de símbolo del enlace de comunicación más lento puede corresponder al número de símbolos de datos más rápidos/cortos que pueden transmitirse por intervalo de tiempo multiplicado por el número de intervalos de tiempo en la secuencia/patrón. Si este número no se alinea con el tamaño de un bloque o paquete de datos dado, puede ser ventajoso transmitir símbolos ficticios (que pueden tener cualquier valor y que pueden ser simplemente ignorados por el aparato receptor) para alinear los tamaños de los datos (bloques/paquetes) con los símbolos de datos del enlace de comunicación más lento.

Por ejemplo, en la figura 10, puede preferirse transmitir un bit ficticio después de b_{10} en lugar de transmitir b_0 para alinear el inicio de un nuevo byte con el nuevo símbolo LM.

En algunas realizaciones, el transmisor que transmite a la velocidad de datos más alta puede disponerse para transmitir continuamente datos a menos que los datos del enlace de comunicación de velocidad de datos más lenta cumplan un criterio de no reconocimiento. El no acuse de recibo puede ser un acuse de recibo no esperado o, por ejemplo, un mensaje directo de no acuse de recibo.

Así, en algunos casos, por ejemplo, el primer transmisor 205 puede estar dispuesto para transmitir continuamente datos en el enlace de comunicación más rápido. Esta transmisión puede continuar sin interrupción mientras los datos recibidos estén siendo reconocidos utilizando el enlace de comunicación más lento. Así, el enlace de comunicación más rápido puede utilizarse con el máximo ancho de banda/rendimiento y no se introducen pausas o retrasos para esperar o comprobar el acuse de recibo. Esto puede lograrse gracias a la comunicación simultánea full dúplex, en la que puede implementarse una retroalimentación de acuse de recibo sin interrumpir la rápida transmisión de datos.

Si se recibe un no acuse de recibo (o no se recibe un acuse de recibo esperado), el transmisor puede terminar las transmisiones de rendimiento rápido y puede proceder a realizar la retransmisión.

De este modo, puede lograrse una comunicación muy rápida que utilice la capacidad total del enlace más rápido y, al mismo tiempo, permita lograr una retroalimentación/acuse de recibo/retransmisión rápida y eficiente.

Como ejemplo específico, uno de los transmisores puede transmitir un flujo de bytes ininterrumpido con una detección de error de bit o byte incrustada utilizando el enlace de comunicación más rápido con el otro transmisor utilizando el enlace de comunicación más lento para indicar que un byte o número de bytes se recibieron con éxito. Eso permite enviar paquetes en ráfaga a través del medio de comunicación y reduce el número de retransmisiones al aislar los errores.

Un ejemplo en el que el uso de paquetes de datos muy largos (transferencia en ráfaga) en el sistema de energía inalámbrico es beneficioso, es cuando se transfiere un certificado de autenticación desde el transmisor de energía al receptor de energía a través del canal de modulación de frecuencia.

Se desea reducir el tiempo de transferencia del certificado de autenticación, por lo que, proporcionar un flujo de bytes ininterrumpido en el enlace más rápido (típicamente el enlace de reenvío de FM) puede ser altamente ventajoso. Sin

embargo, en caso de error, sin una detección y corrección de errores a tiempo, el certificado debe retransmitirse por completo, duplicando el tiempo de autenticación.

5 En este caso, el canal de modulación de carga se utiliza para que el transmisor de energía sepa si el último byte (o número de bytes) se recibió sin error(es).

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

15 Aunque la presente invención se ha descrito en relación con algunas realizaciones, no pretende limitarse a la forma específica expuesta en el presente documento. En cambio, el ámbito de la presente invención se limita solamente por las reivindicaciones adjuntas. Además, aunque una característica pueda parecer descrita en relación con realizaciones particulares, un experto en la materia reconocería que varias características de las realizaciones descritas pueden combinarse de acuerdo con la invención. En las reivindicaciones, el término que comprende no excluye la presencia
20 de otros elementos o etapas.

Además, aunque enumerados individualmente, una pluralidad de medios, elementos, circuitos o etapas de método pueden ser implementados, por ejemplo, por un único circuito, unidad o procesador. Adicionalmente, aunque las características individuales pueden incluirse en diferentes reivindicaciones, éstas pueden posiblemente combinarse
25 ventajosamente, y la inclusión en diferentes reivindicaciones no implica que una combinación de características no sea factible y/o ventajosa. Asimismo, la inclusión de una característica en una categoría de reivindicaciones no implica una limitación a esta categoría, sino que indica que la característica es igualmente aplicable a otras categorías de reivindicaciones, según proceda. Además, el orden de las características en las reivindicaciones no implica ningún orden específico en el que las características deban trabajarse y, en particular, el orden de las etapas individuales en
30 una reivindicación de método no implica que las etapas deban realizarse en este orden. Más bien, las etapas pueden realizarse en cualquier orden adecuado. Además, las referencias singulares no excluyen una pluralidad. Por lo tanto, las referencias a "un", "una", "primero", "segundo", etc. no excluyen una pluralidad. Los signos de referencia en las reivindicaciones se proporcionan simplemente como un ejemplo aclaratorio no deben interpretarse como limitativos del alcance de las reivindicaciones de ninguna manera.

35

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de transferencia de energía para la transferencia inalámbrica de energía desde un transmisor de energía (101) a un receptor de energía (103), siendo el aparato de transferencia de energía uno de los transmisores de energía (101) y el receptor de energía (101, 103), comprendiendo el aparato de transferencia de energía:
una bobina de transferencia de energía (103, 107) dispuesta para intercambiar energía con una bobina de transferencia de energía complementaria (107, 103) de un aparato de transferencia de energía complementario a través de una señal de transferencia de energía, siendo el aparato de transferencia de energía complementario el otro del transmisor de energía (101) y el receptor de energía (105);
un receptor (207, 307) dispuesto para recibir primeros datos procedentes del aparato complementario de transferencia de energía, estando los primeros datos modulados en la señal de transferencia de energía de acuerdo con un primer esquema de modulación en el que cada símbolo de datos está representado por una secuencia de intervalos de tiempo que tienen cada uno un nivel de modulación constante dependiente de un valor de símbolo de datos para el símbolo de datos, estando la secuencia de intervalos de tiempo sincronizada con la señal de transferencia de energía;
un transmisor (205, 305) dispuesto para transmitir segundos datos al aparato complementario de transferencia de energía modulando la señal de transferencia de energía de acuerdo con un segundo esquema de modulación, siendo una duración de símbolo para los símbolos de datos del segundo esquema de modulación un divisor de una duración de al menos un intervalo de tiempo de la secuencia de intervalos de tiempo; y
caracterizado por que el aparato de transferencia de energía comprende además:
un sincronizador (209, 309) dispuesto para sincronizar el transmisor (205, 305) para transmitir los segundos datos alineados con los primeros datos sincronizando la transmisión de los segundos datos con la señal de transferencia de energía.
2. El aparato de transferencia de energía de la reivindicación 1, en el que la duración de los intervalos de tiempo es al menos el doble de la duración del símbolo para los símbolos de datos del segundo esquema de modulación.
3. El aparato de transferencia de energía de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la duración de los intervalos de tiempo es al menos ocho veces la duración del símbolo para los símbolos de datos del segundo esquema de modulación.
4. El aparato de transferencia de energía de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer esquema de modulación emplea modulación bifásica.
5. El aparato de transferencia de energía de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que un nivel de modulación medio para la transmisión de los segundos datos a lo largo de una duración de símbolo para la transmisión de los primeros datos es independiente de los valores de datos de los segundos datos.
6. El aparato de transferencia de energía de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el transmisor (205, 305) está dispuesto para transmitir un número de símbolos ficticios con el fin de alinear un tamaño de datos para los segundos datos con una duración de símbolo para los primeros datos.
7. El aparato de transferencia de energía de cualquier reivindicación anterior, en el que el transmisor (205, 305) está dispuesto para transmitir continuamente segundos datos a menos que los primeros datos cumplan un criterio de no reconocimiento.
8. El aparato de transferencia de energía de la reivindicación 7, en el que el transmisor (205, 305) está dispuesto para retransmitir segundos datos en respuesta a los primeros datos que cumplen el criterio de no reconocimiento.
9. El aparato de transferencia de energía de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el aparato de transferencia de energía es el receptor de energía (105), el primer esquema de modulación utiliza modulación de frecuencia, y el segundo esquema de modulación utiliza modulación de carga.
10. El aparato de transferencia de energía de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el aparato de transferencia de energía es el transmisor de energía (101), el primer esquema de modulación utiliza modulación de carga, y el segundo esquema de modulación utiliza modulación de frecuencia.
11. El aparato de transferencia de energía de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sincronizador (209, 309) está dispuesto para sincronizar el transmisor en respuesta a una variación de amplitud de la señal de transferencia de energía.
12. El aparato de transferencia de energía de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sincronizador (209, 309) está dispuesto para sincronizar el transmisor en respuesta a ciclos de la señal de transferencia de energía.

13. Un sistema de transferencia de energía que comprende un receptor de energía (103) y un transmisor de energía (101) para realizar una transferencia de energía inalámbrica desde el receptor de energía (103), comprendiendo el transmisor de energía (101):

5 una primera bobina de transferencia de energía (103) dispuesta para transferir energía a una segunda bobina de transferencia de energía (107) del receptor de energía (103) a través de una señal de transferencia de energía;
un primer receptor (205) dispuesto para recibir primeros datos desde el receptor de energía (103), estando los primeros datos modulados en la señal de transferencia de energía de acuerdo con un primer esquema de modulación en el que cada símbolo de datos está representado por una secuencia de intervalos de tiempo que tienen cada uno un nivel de modulación constante dependiente de un valor de símbolo de datos para el símbolo de datos, estando la secuencia de intervalos de tiempo sincronizada con la señal de transferencia de energía;
10 un primer transmisor (207) dispuesto para transmitir segundos datos al receptor de energía (101) modulando la señal de transferencia de energía de acuerdo con un segundo esquema de modulación, siendo una duración de símbolo para los símbolos de datos del segundo esquema de modulación un divisor de una duración de al menos un intervalo de tiempo de la secuencia de intervalos de tiempo; y caracterizado por tener
15 un primer sincronizador (209) dispuesto para sincronizar el transmisor para transmitir los segundos datos alineados con los primeros datos sincronizando la transmisión de los segundos datos a la señal de transferencia de energía; y
20 comprendiendo el receptor de energía (103):

una segunda bobina de transferencia de energía (107) dispuesta para recibir energía desde la primera bobina de transferencia de energía (103) del transmisor de energía (103) a través de la señal de transferencia de energía;
25 un segundo transmisor (305) dispuesto para transmitir primeros datos al transmisor de energía (101) de acuerdo con el segundo esquema de modulación;
un segundo receptor (307) dispuesto para recibir segundos datos desde el transmisor de energía (101) de acuerdo con un segundo esquema de modulación; y
un segundo sincronizador (309) dispuesto para sincronizar el segundo transmisor (305) para transmitir los primeros datos con intervalos de tiempo de la secuencia de intervalos de tiempo alineados con la señal de transferencia de energía.
30

14. Un método de operación para un aparato de transferencia de energía para la transferencia inalámbrica de energía desde un transmisor de energía (101) a un receptor de energía (103), siendo el aparato de transferencia de energía uno del transmisor de energía (101) y el receptor de energía (103), comprendiendo el aparato de transferencia de energía:

35 una bobina de transferencia de energía (103, 107) dispuesta para intercambiar energía con una bobina de transferencia de energía complementaria (107, 103) de un aparato de transferencia de energía complementario a través de una señal de transferencia de energía, siendo el aparato de transferencia de energía complementario el otro del transmisor de energía (101) y el receptor de energía (105);
40 comprendiendo el método:

45 recibir primeros datos procedentes del aparato complementario de transferencia de energía, estando los primeros datos modulados en la señal de transferencia de energía de acuerdo con un primer esquema de modulación en el que cada símbolo de datos está representado por una secuencia de intervalos de tiempo que tienen cada uno un nivel de modulación constante dependiente de un valor de símbolo de datos para el símbolo de datos, estando la secuencia de intervalos de tiempo sincronizada con la señal de transferencia de energía;
50 transmitir segundos datos al aparato complementario de transferencia de energía modulando la señal de transferencia de energía de acuerdo con un segundo esquema de modulación, siendo una duración de símbolo para los símbolos de datos del segundo esquema de modulación un divisor de una duración de al menos un intervalo de tiempo de la secuencia de intervalos de tiempo; y
caracterizado por que el método comprende, además:
55 sincronizar la transmisión de los segundos datos para que estén alineados con los primeros datos sincronizando la transmisión de los segundos datos con la señal de transferencia de energía.

15. Un método de operación para un sistema de transferencia de energía que comprende un receptor de energía (103) y un transmisor de energía (101) para realizar una transferencia de energía inalámbrica desde el receptor de energía (103),

60 comprendiendo el transmisor de energía una primera bobina de transferencia de energía (103) dispuesta para transferir energía a una segunda bobina de transferencia de energía (107) del receptor de energía (103) a través de una señal de transferencia de energía y comprendiendo el receptor de energía la segunda bobina de transferencia de energía (107) dispuesta para recibir energía desde la primera bobina de transferencia de energía (107, 103) del transmisor de energía (103) a través de la señal de transferencia de energía;
65

comprendiendo el método que el transmisor de energía (101) realiza las etapas de:

- 5 recibir primeros datos desde el receptor de energía (103), estando los primeros datos modulados en la señal de transferencia de energía de acuerdo con un primer esquema de modulación en el que cada símbolo de datos está representado por una secuencia de intervalos de tiempo que tienen cada uno un nivel de modulación constante dependiente de un valor de símbolo de datos para el símbolo de datos, estando la secuencia de intervalos de tiempo sincronizada con la señal de transferencia de energía;
- 10 transmitir segundos datos al receptor de energía (103) modulando la señal de transferencia de energía de acuerdo con un segundo esquema de modulación, siendo una duración de símbolo para símbolos de datos del segundo esquema de modulación un divisor de una duración de al menos un intervalo de tiempo de la secuencia de intervalos de tiempo; y caracterizado por
- 15 sincronizar la transmisión de los segundos datos para que estén alineados con los primeros datos sincronizando la transmisión de los segundos datos con la señal de transferencia de energía; y realizando el receptor de energía (103) las etapas de:
- transmitir primeros datos al transmisor de energía (101) de acuerdo con el segundo esquema de modulación;
- 20 recibir segundos datos desde el transmisor de energía (101) de acuerdo con el segundo esquema de modulación; y
- sincronizar la transmisión de los primeros datos para que estén alineados con los intervalos de tiempo de la secuencia de intervalos de tiempo sincronizando la transmisión de los segundos datos con la señal de transferencia de energía.

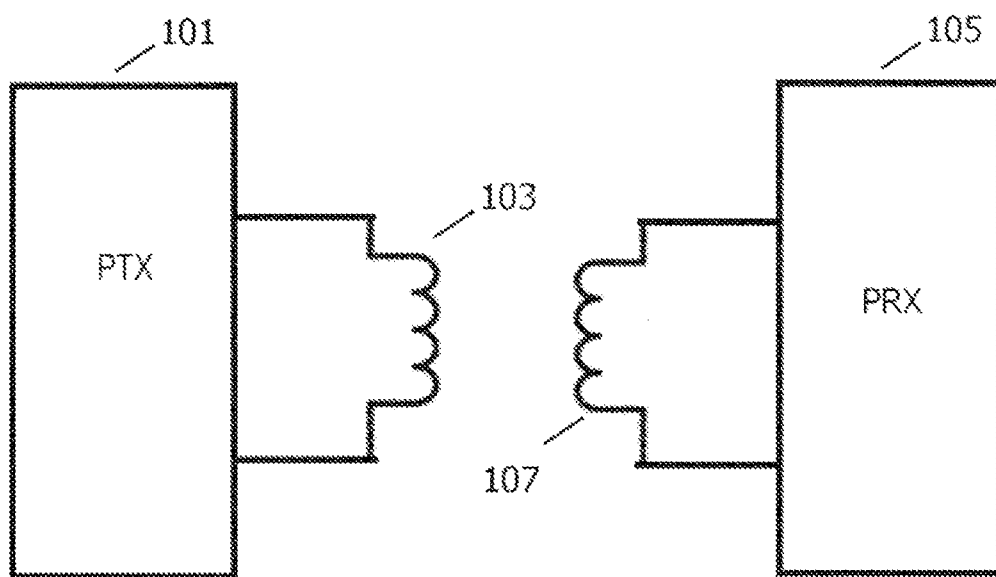


FIG. 1

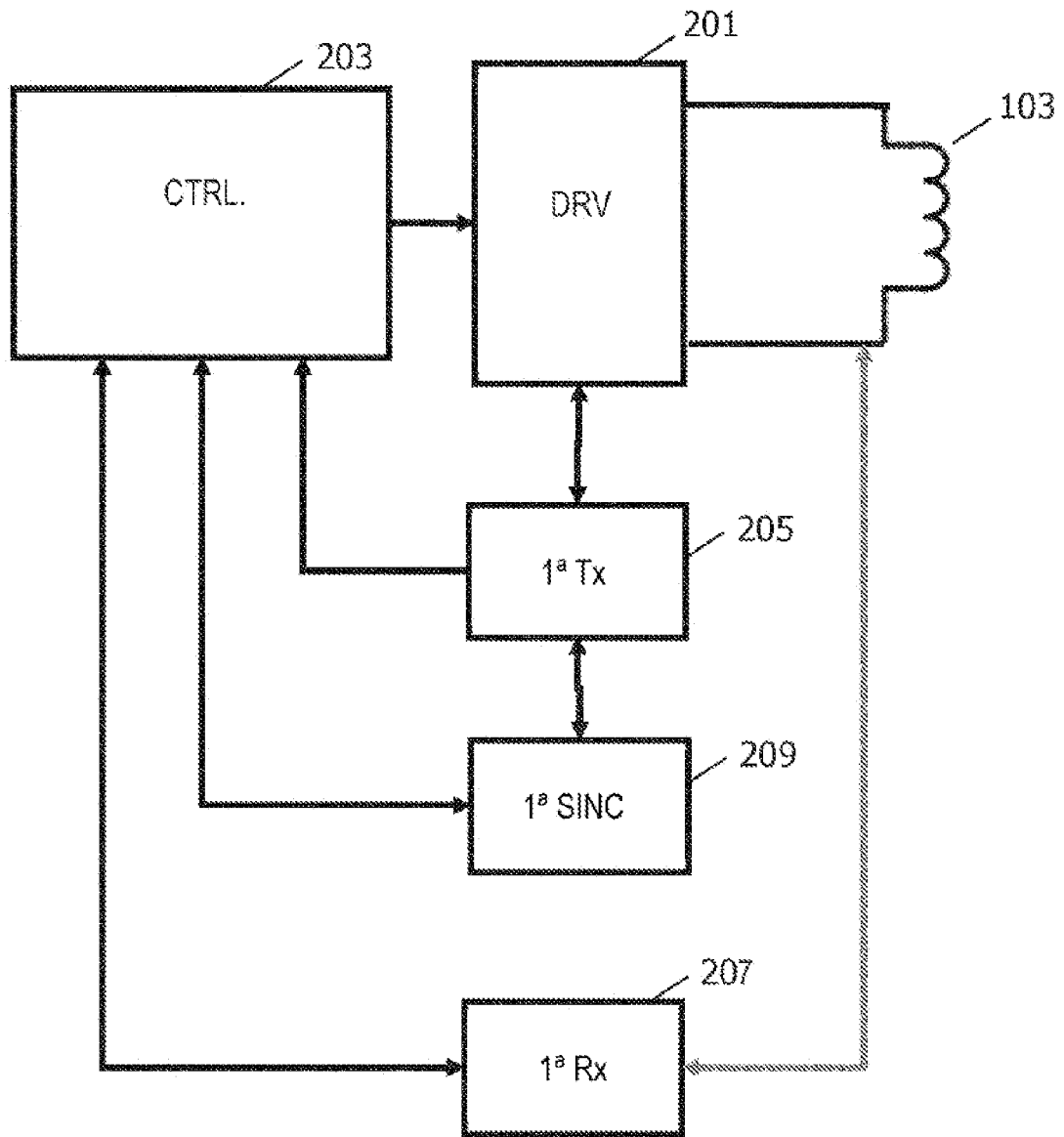


FIG. 2

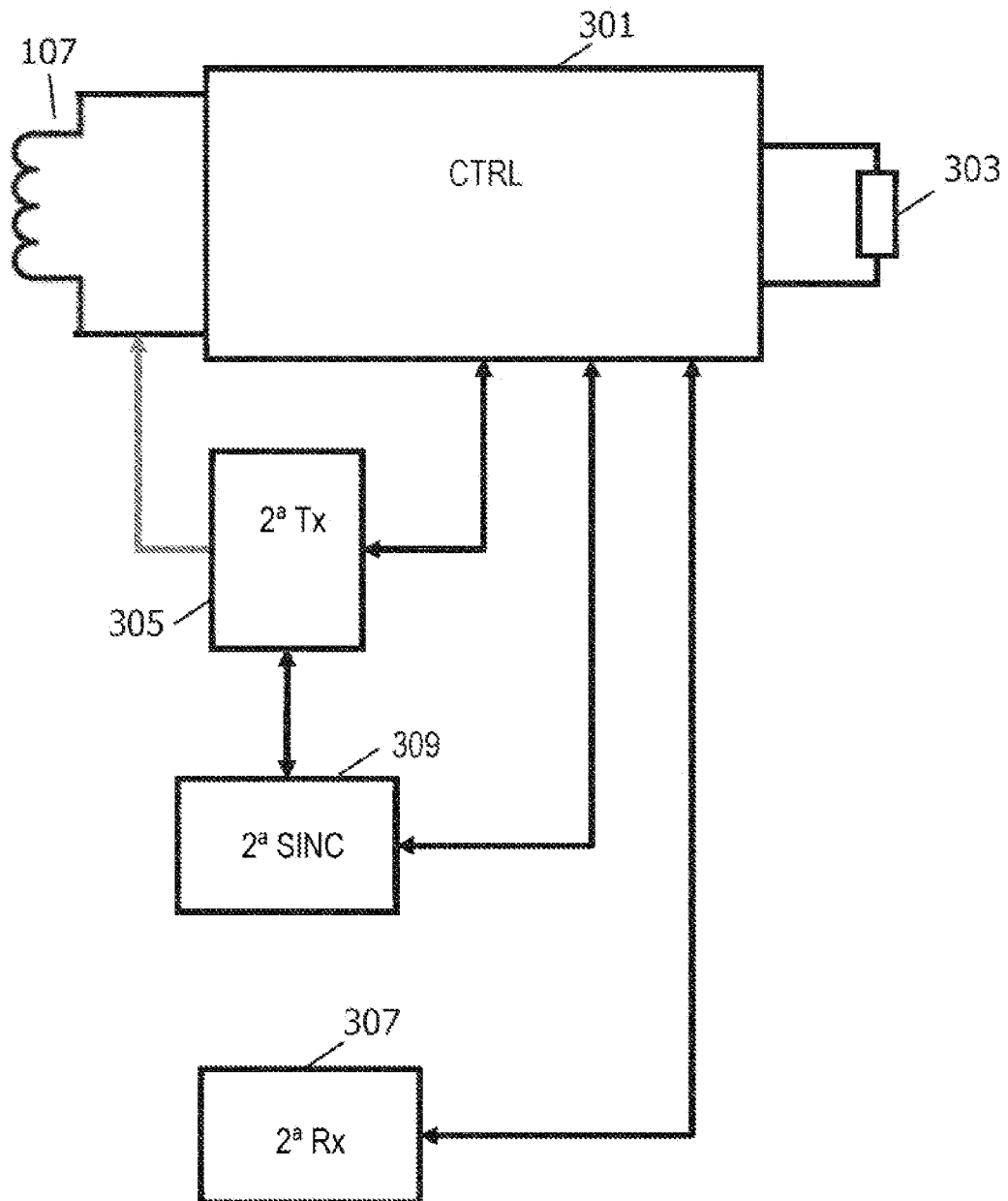


FIG. 3

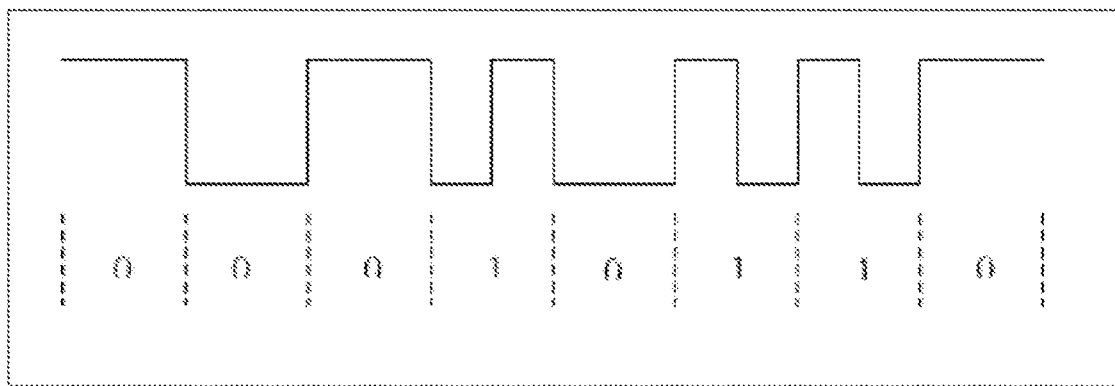


FIG. 4

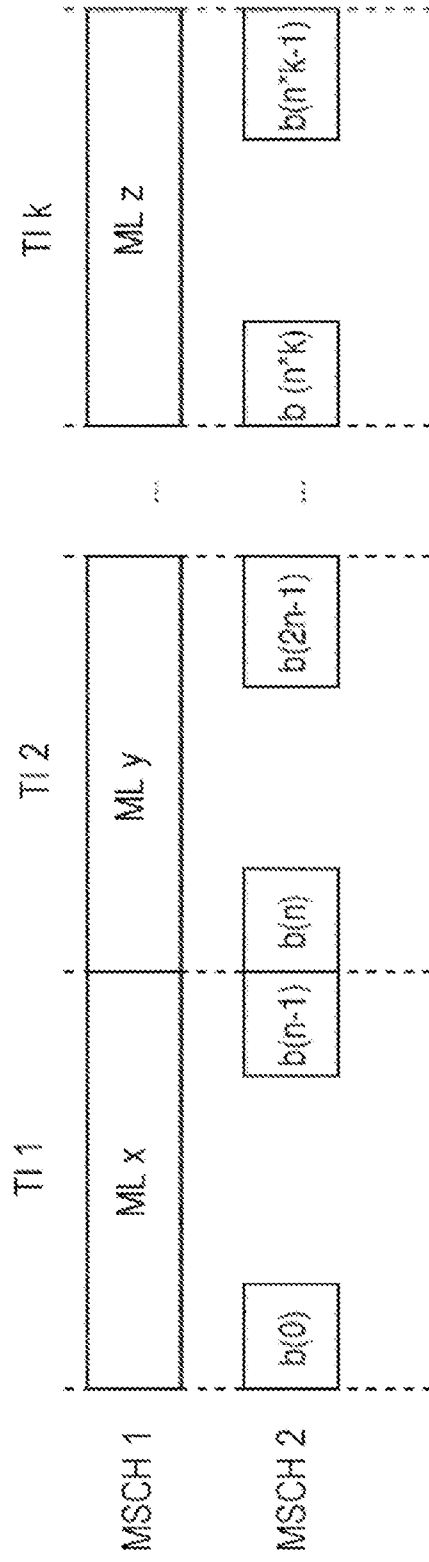


FIG. 5

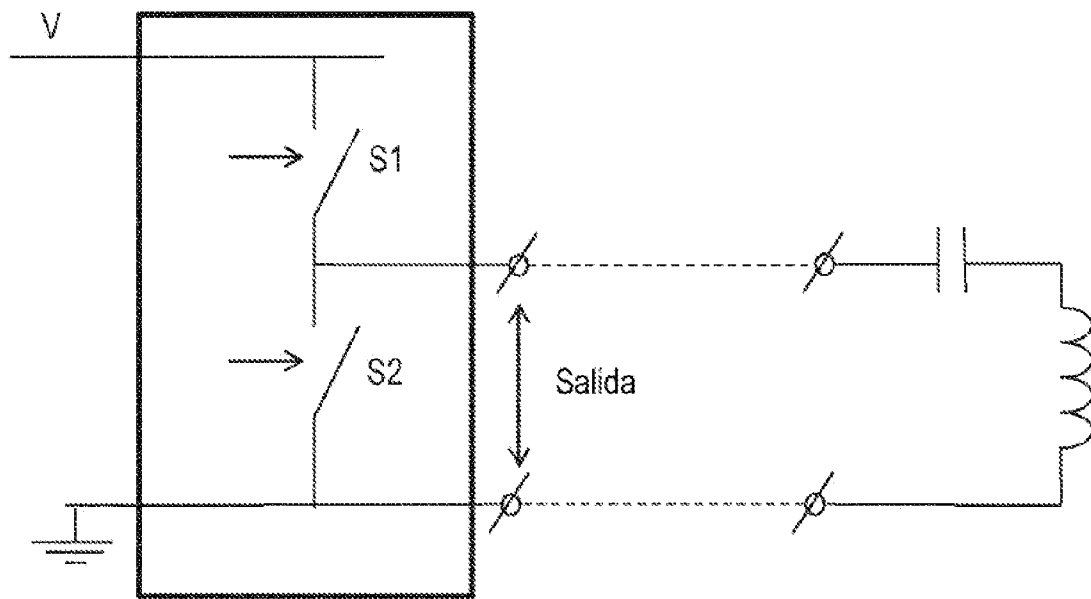


FIG. 6

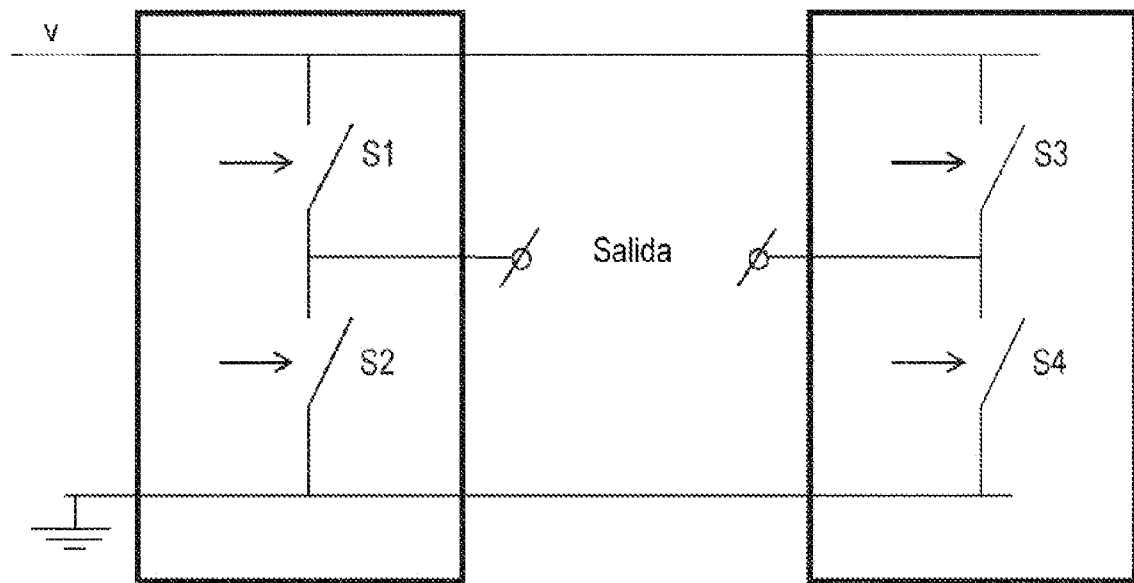


FIG. 7

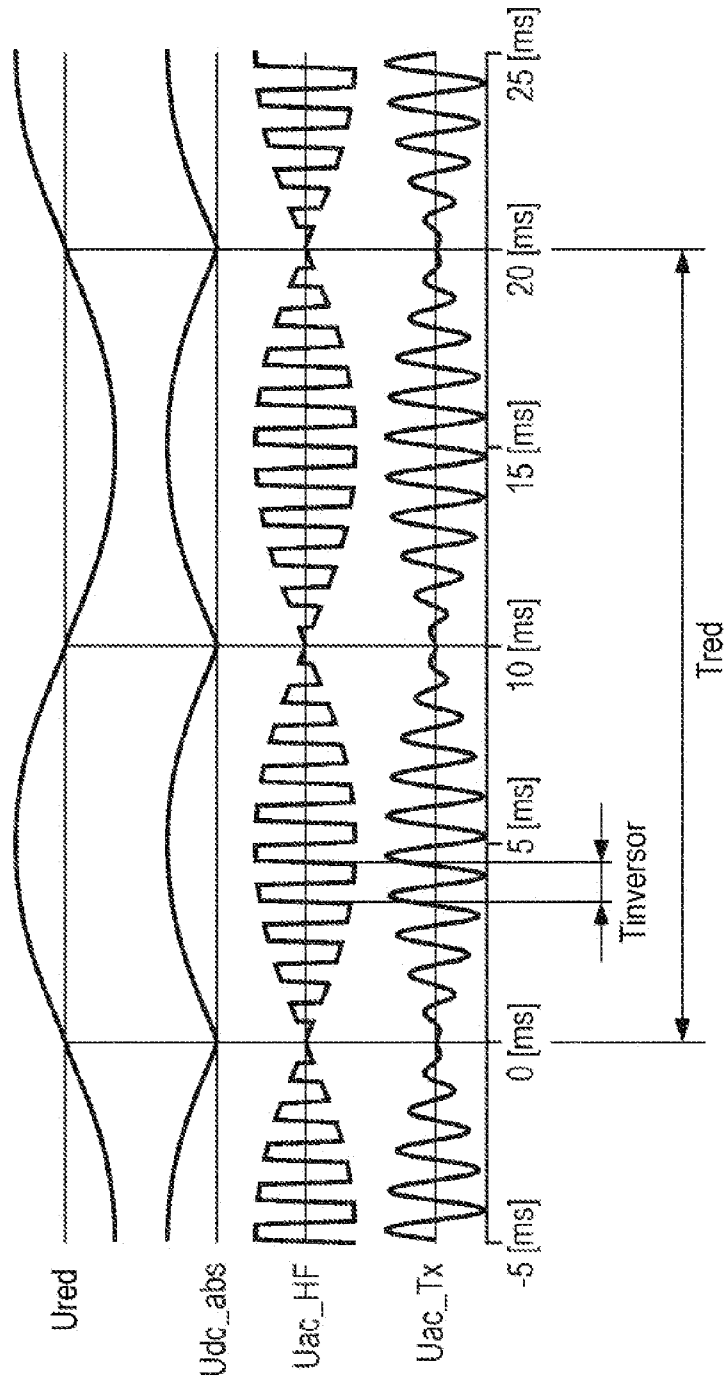


FIG. 8

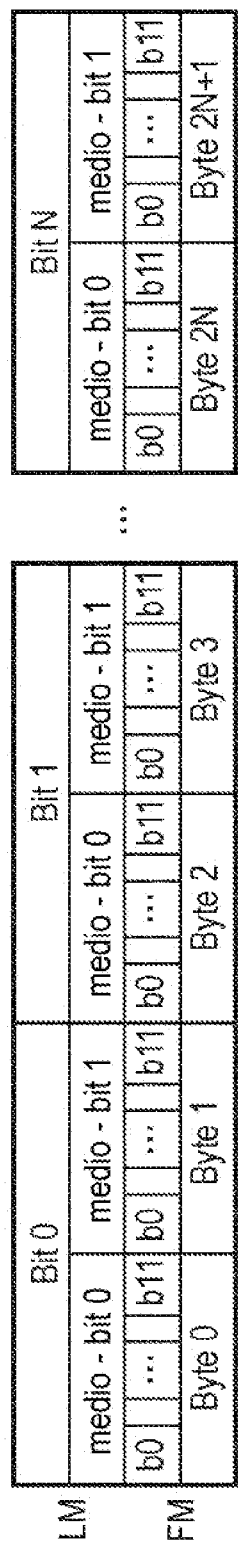
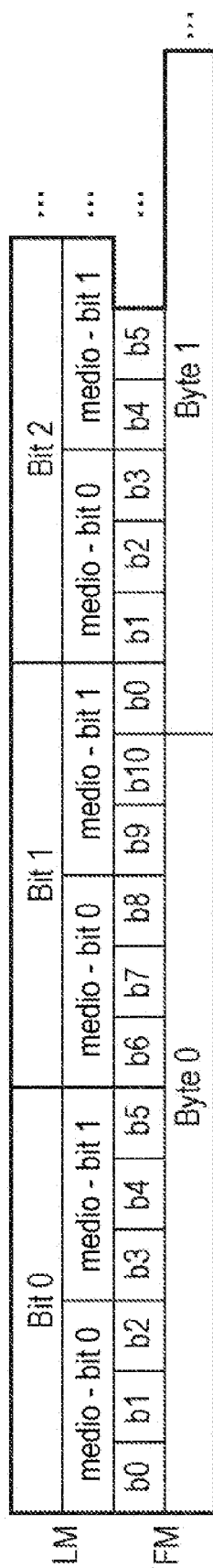


FIG. 9



10
FIG.

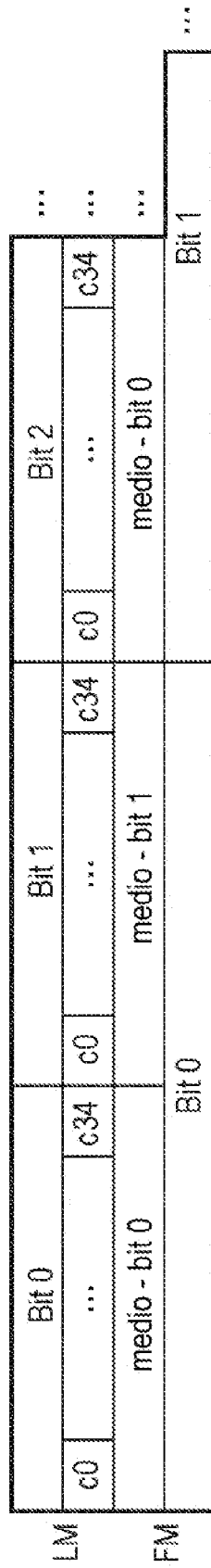


FIG. 11