

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 698 394**

51 Int. Cl.:

<b>H04W 72/00</b>	(2009.01)
<b>H04B 7/26</b>	(2006.01)
<b>H02J 50/10</b>	(2006.01)
<b>H02J 50/40</b>	(2006.01)
<b>H02J 7/02</b>	(2006.01)
<b>H04B 5/00</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.04.2016 PCT/EP2016/057677**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.11.2016 WO16173822**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.04.2016 E 16717587 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.09.2018 EP 3289661**

54 Título: **Transferencia de energía inalámbrica inductiva con comunicación en intervalos de tiempo**

30 Prioridad:

**29.04.2015 EP 15165700**

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

**04.02.2019**

73 Titular/es:

**KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)  
High Tech Campus 5  
5656 AE Eindhoven, NL**

72 Inventor/es:

**VAN WAGENINGEN, ANDRIES y  
STARING, ANTONIUS ADRIAAN MARIA**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 698 394 T3

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

**DESCRIPCIÓN**

Transferencia de energía inalámbrica inductiva con comunicación en intervalos de tiempo

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un método para asignar intervalos de tiempo de comunicación contenidos en tramas de repetición para la comunicación entre un transmisor de energía inalámbrico inductivo y al menos dos receptores de potencia inalámbrica inductivos. La invención se refiere además a un transmisor de potencia inalámbrico inductivo, y a un receptor de potencia inalámbrico inductivo.

Antecedentes de la invención

15 La transferencia de potencia inalámbrica inductiva es cada vez más popular. En esta tecnología, un dispositivo transmisor de potencia genera un campo magnético utilizando una bobina primaria. Un dispositivo receptor de potencia aprovecha la energía de este campo magnético utilizando una bobina secundaria, acoplada inductivamente a la bobina primaria por proximidad. Así se transfiere la potencia sin hacer contacto eléctrico. Una de estas tecnologías está estandarizada en el Wireless Power Consortium, y se conoce con el nombre de Qi.

20 En un ejemplo de aplicación de esta tecnología, un teléfono móvil actúa como el receptor de potencia y tiene una bobina secundaria incorporada. Para cargar las baterías del teléfono, se coloca en la superficie de una plataforma de carga inalámbrica que tiene una bobina primaria incorporada. Las dos bobinas están acopladas mediante una colocación y alineación adecuadas, y la energía se transfiere desde el cargador al teléfono de forma inalámbrica por inducción. Por lo tanto, el teléfono puede cargarse simplemente colocándolo sobre una superficie de cargador dedicada, sin la necesidad de conectar conectores y cables al teléfono. La carga de un teléfono móvil u otro dispositivo portátil es una aplicación de baja potencia, que generalmente transfiere de 1 a 5 vatios de potencia del transmisor al receptor. Las aplicaciones de alta potencia de la transferencia de potencia inalámbrica inductiva pueden usarse para cocinar alimentos o incluso cargar un automóvil eléctrico de forma inalámbrica.

30 El estándar Qi para la transferencia de potencia inalámbrica inductiva especifica una interfaz de comunicación para la comunicación entre un transmisor de potencia inalámbrico y un receptor de potencia inalámbrico. Dicha comunicación es necesaria a.o. para adaptar adecuadamente la transmisión de potencia a las características del dispositivo receptor. Hasta ahora, esta comunicación se ha especificado solo para un solo transmisor que funciona con un solo receptor. Solo se admite la comunicación entre el receptor y el transmisor, que se logra mediante la modulación de carga en el lado del receptor. La modulación de la carga conduce a la modulación de la potencia transmitida, que puede detectarse en el lado del transmisor como modulación del voltaje o la corriente en la bobina primaria. El único receptor comunica sus necesidades de potencia, y el transmisor responde. Esto se describe, por ejemplo, en el documento WO 2014020464.

40 La solicitud de patente US 2009/0271048 describe un aparato de transmisión de potencia para comunicarse a través de un acoplamiento de inducción con varios aparatos de recepción de potencia. El aparato de transmisión utiliza una trama de transmisión de potencia en la que una señal de sincronización indica el inicio de la trama. Las señales de sincronización del intervalo indican el inicio de cada intervalo de transmisión de potencia. La trama también incluye una señal de información de asignación a partir de la cual el aparato receptor de potencia puede reconocer en qué intervalo de transmisión de potencia se transmite la potencia de la siguiente trama. Cada aparato receptor de potencia puede transmitir una solicitud de transmisión de potencia en respuesta a una solicitud de transmisión de potencia que acepta información.

50 Se necesita una solución para la situación en la que una única bobina primaria (o múltiples bobinas primarias operadas en serie o en paralelo) en un transmisor de potencia está acoplada a múltiples bobinas secundarias en múltiples dispositivos receptores de potencia. Esto puede surgir, por ejemplo, en el caso de una plataforma de carga más grande que pueda acomodar varios dispositivos portátiles simultáneamente.

Resumen de la invención

55 Es un objeto de la invención proporcionar una tecnología de alimentación inalámbrica que permita la comunicación entre un solo transmisor de potencia inalámbrico inductivo y múltiples receptores de potencia inalámbricos inductivos. Los inventores se han dado cuenta de que múltiples receptores pueden comunicarse cada uno con un solo transmisor usando modulación de carga, pero un receptor no podrá detectar la comunicación de otro receptor porque el acoplamiento entre las bobinas secundarias de dos receptores es demasiado débil. Esto significa que un receptor no puede retroceder cuando otro receptor se está comunicando simultáneamente, porque el receptor simplemente no puede decir que este es el caso. Por lo tanto, se necesita un enfoque en el que la comunicación de los múltiples receptores se separe para evitar colisiones por múltiples receptores que se comunican simultáneamente, y se organiza sin la necesidad de comunicación, o incluso la detección de comunicación, entre los receptores.

Esto se logra, de acuerdo con un primer aspecto de la invención, mediante un método de asignación de intervalos de tiempo de comunicación contenidos en tramas repetidas para la comunicación entre un transmisor de potencia inalámbrico inductivo y al menos dos receptores de potencia inalámbricos inductivos, en donde el transmisor de potencia y los receptores de potencia están dispuestos para comunicarse por medio de la modulación y desmodulación de una señal de potencia inductiva, el método comprende los pasos de:

- enviar, por el transmisor, mensajes de sincronización que marcan el inicio de los intervalos de tiempo de comunicación y las tramas,

- enviar, por el transmisor, antes del inicio de un intervalo de tiempo de comunicación no asignado, un mensaje que indica que el intervalo de tiempo de comunicación no asignado no está asignado,

- enviar por un primer receptor, durante el intervalo de tiempo de comunicación no asignado, un mensaje de solicitud de asignación al transmisor para solicitar la asignación del intervalo de tiempo de comunicación no asignado al primer receptor,

- enviar, por el transmisor, después del final. del intervalo de tiempo de comunicación no asignado, un mensaje de estado de recepción que indica el éxito de recepción de un mensaje durante el intervalo de tiempo de comunicación no asignado,

- además, enviar, por el transmisor, en caso de recepción exitosa del mensaje de solicitud de asignación, un mensaje de concesión que indica que la asignación solicitada se concede.

Esto tiene la ventaja de que los intervalos de tiempo se pueden asignar a receptores de potencia inalámbricos inductivos individuales, incluso aunque los receptores no puedan detectar la comunicación entre ellos. La asignación es otorgada por el transmisor de potencia único que puede comunicarse con cada uno de los receptores de potencia y, por lo tanto, también es capaz de detectar colisiones causadas por dos receptores que se comunican simultáneamente.

En una realización, el mensaje que indica que el intervalo de tiempo de comunicación no asignado no está asignado es parte del mensaje de sincronización que precede inmediatamente precedente al intervalo de tiempo de comunicación no asignado. En otra realización, el mensaje de estado de recepción y el mensaje de concesión son parte del mensaje de sincronización que sigue inmediatamente al intervalo de tiempo de comunicación no asignado. Esto tiene la ventaja de que la comunicación sigue siendo compacta y eficiente, lo cual es necesario, dadas las bajas velocidades de bits que se pueden lograr en la práctica mediante la modulación de la señal de potencia.

En una realización adicional, la duración de los mensajes de sincronización que marcan el inicio de los intervalos de tiempo de comunicación y las tramas está en un rango de 30 a 60 milisegundos. En otra realización más, la duración de los intervalos de tiempo de comunicación está en un intervalo de 30 a 60 milisegundos. Estos tienen la ventaja de hacer que el enfoque de comunicación sea compatible con la especificación de potencia inalámbrica Qi existente en la que se especifica una duración de "ventana de ping digital" de 65 ms. Mantenerse dentro de esa duración garantiza que un transmisor de potencia que ejecute el protocolo anterior también pueda detectar y operar correctamente con un receptor de potencia que solo sea compatible con la especificación existente.

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, el objeto se logra mediante un transmisor de potencia inalámbrico inductivo que comprende

- una bobina primaria para transferir una señal de potencia inductiva a al menos dos receptores de potencia inalámbricos inductivos,

- un convertidor de potencia para proporcionar potencia a la bobina primaria,

- una unidad de modulación de potencia y desmodulación para modular y desmodular la señal de potencia inalámbrica inductiva, y

- una unidad de comunicación y control,

estando dispuesta la unidad de comunicación y control para controlar la modulación de potencia y la unidad de desmodulación para comunicarse con los receptores de potencia inductivos inalámbricos en los intervalos de tiempo de comunicación contenidos en la repetición de tramas, y la unidad de comunicación y control está dispuesta además para ejecutar el siguiente protocolo de comunicación:

- enviar a los receptores mensajes de sincronización que marcan el inicio de los intervalos de tiempo de comunicación y las tramas;

- enviar a los receptores, antes del inicio de un intervalo de tiempo de comunicación no asignado, un mensaje que indica que el intervalo de tiempo de comunicación no asignado no está asignado;

5 - si un primer receptor de potencia inalámbrico inductivo, durante el intervalo de tiempo de comunicación no asignado, envía un mensaje de solicitud de asignación solicitando la asignación del intervalo de tiempo de comunicación no asignado al primer receptor, luego recibe el mensaje de solicitud de asignación;

10 - enviar a los receptores, después del final del intervalo de tiempo de comunicación no asignado, un mensaje de estado de recepción que indica el éxito de recepción de un mensaje durante el intervalo de tiempo de comunicación no asignado;

15 - si un mensaje de solicitud de asignación se recibió con éxito durante el intervalo de tiempo de comunicación no asignado, luego envía a los receptores, después del final del intervalo de tiempo de comunicación no asignado, un mensaje de otorgamiento que indica que se ha otorgado la asignación solicitada.

20 Este transmisor de potencia inalámbrico inductivo tiene la ventaja de que puede asignar intervalos de tiempo a receptores de potencia inalámbricos inductivos individuales, incluso aunque los receptores no puedan detectarse entre sí. La asignación es otorgada por el transmisor de potencia que puede comunicarse con cada uno de los receptores de potencia y, por lo tanto, también es capaz de detectar colisiones causadas por dos receptores que se comunican simultáneamente.

De acuerdo con un tercer aspecto de la invención, el objeto se logra mediante un receptor de potencia inalámbrico inductivo que comprende

25 - una bobina secundaria para recibir una señal de potencia inalámbrica inductiva de un transmisor de potencia inalámbrico inductivo,

- un convertidor de potencia para convertir la señal de potencia a una potencia de salida,

30 - una unidad de modulación y desmodulación de potencia para modular y desmodular la señal de potencia inalámbrica inductiva, y

- una unidad de comunicación y control

35 la unidad de comunicación y control dispuesta para controlar la modulación de potencia y la unidad de desmodulación para comunicarse con un transmisor de potencia inalámbrico inductivo, en intervalos de tiempo de comunicación contenida en tramas de repetición, y además dispuesta para ejecutar el siguiente protocolo de comunicación:

40 - recibir de los mensajes de sincronización del transmisor que marcan el inicio de los intervalos de tiempo de comunicación y las tramas,

- recibir del transmisor, antes del inicio de un intervalo de tiempo de comunicación sin asignar, un mensaje indicando que el intervalo de tiempo de comunicación no asignado no está asignado,

45 - si el receptor necesita comunicarse con el transmisor, enviar al transmisor, durante el intervalo de tiempo de comunicación no asignado, un mensaje de solicitud de asignación para solicitar la asignación del intervalo de tiempo de comunicación no asignado al receptor,

50 - recibir del transmisor, después del final del intervalo de tiempo de comunicación no asignado, un mensaje de estado de recepción que indica el éxito de recepción de un mensaje durante el intervalo de tiempo de comunicación no asignado,

- recibir del transmisor, en caso de recepción exitosa del mensaje de solicitud de asignación, un mensaje de otorgamiento que indica que se otorga la asignación.

55 Este receptor de potencia inalámbrico inductivo tiene la ventaja de que puede solicitar y recibir la asignación de intervalos de tiempo de un transmisor de potencia inalámbrico inductivo, y así comunicarse sin colisión con otros receptores que se comunican simultáneamente, incluso aunque los receptores no puedan detectar la comunicación entre ellos. La asignación es otorgada por el transmisor de potencia que puede comunicarse con cada uno de los receptores de potencia y, por lo tanto, también es capaz de detectar colisiones causadas por dos receptores que se comunican simultáneamente.

60 Estos y otros aspectos de la invención serán evidentes y se aclararán con referencia a la(s) realización(es) que se describen a continuación.

65

Breve descripción de los dibujos

Estos y otros aspectos del método y el aparato de acuerdo con la invención serán evidentes y se explicarán con referencia a las implementaciones y realizaciones descritas a continuación, y con referencia a los dibujos adjuntos, que sirven simplemente como ilustraciones específicas no limitativas que ejemplifican el concepto más general.

La fig. 1 ilustra una plataforma de carga con dos dispositivos móviles cobrables;

La fig. 2 ilustra un transmisor de potencia inalámbrico y dos receptores;

La fig. 3 ilustra un transmisor de potencia inalámbrico;

La fig. 4 ilustra un receptor de potencia inalámbrico;

La fig. 5 ilustra una trama que comprende intervalos de tiempo;

La fig. 6 ilustra una trama de comunicación que comprende intervalos de sincronización;

La fig. 7 ilustra un método para asignar intervalos de tiempo.

Descripción detallada de las realizaciones

La siguiente descripción se centra principalmente en las realizaciones de la invención aplicadas, por ejemplo, en la carga inalámbrica de baterías de teléfonos móviles. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la invención no se limita a esa aplicación solamente, sino que se puede aplicar en muchos otros dispositivos como relojes inteligentes, tabletas, computadoras portátiles, afeitadoras, cepillos de dientes eléctricos, aparatos de cocción o de cocina, que varían en la necesidad de transferencia de energía de 1-5 vatios para los dispositivos más pequeños a valores mucho más altos.

En todo el documento, los transmisores de potencia inductivos inalámbricos y los receptores de potencia inductivos inalámbricos también se conocen simplemente como transmisor de potencia y receptor de potencia, o incluso simplemente transmisor y receptor.

La figura 1 ilustra un ejemplo de una aplicación de potencia inalámbrica. Dos dispositivos móviles 12 y 12a se colocan en una plataforma 10 de carga inalámbrica. Esta plataforma de carga es solo un ejemplo y puede venir en muchas formas, puede ser un dispositivo separado o, por ejemplo, ser parte de un tablero de mandos de un automóvil, o incorporado a una superficie de trabajo o integrado en un mueble. La plataforma de carga está equipada con una sola bobina 11 primaria y actúa como un transmisor de potencia inalámbrico inductivo. Los dispositivos móviles están equipados con una bobina 13 y 13a secundaria, y actúan como receptores de potencia inalámbricos inductivos. La plataforma de carga envía una corriente alterna a través de la bobina primaria, lo que causa un campo magnético alterno. Este campo magnético, a su vez, induce un voltaje y una corriente alterna en las dos bobinas secundarias, que pueden rectificarse y usarse para cargar las baterías de los dispositivos móviles. Por lo tanto, la potencia se transfiere del cargador al dispositivo móvil de forma inalámbrica, como una señal de potencia inalámbrica inductiva. El principio es similar a un transformador tradicional, pero con un acoplamiento mucho más débil, y las dos bobinas ahora residen en dispositivos separados.

Normalmente, la cantidad de potencia que se transfiere es de aproximadamente 1 a 5 vatios o más, dependiendo de la aplicación y de los requisitos del receptor. Una bobina secundaria en un receptor de potencia inalámbrico en estas aplicaciones estará típicamente en un rango de tamaño que se ajuste a un dispositivo portátil, por ejemplo, de 1 a 15 cm de diámetro para dispositivos que van desde relojes inteligentes hasta electrodomésticos de cocina. La bobina primaria puede tener aproximadamente el mismo tamaño, o puede ser más grande para acomodar múltiples receptores, como se ilustra en la figura 1. En lugar de una sola bobina primaria grande, también se pueden usar y operar una serie de bobinas primarias en serie o en paralelo casi como una bobina única.

En el ejemplo de la figura 1, dos dispositivos móviles se están cargando al mismo tiempo. Bien puede ser que un dispositivo tenga otros requisitos de potencia que el otro, por ejemplo, porque un dispositivo ya está completamente cargado mientras que el otro no lo está, o porque uno de los dispositivos no puede manejar un nivel de potencia tan alto como el otro dispositivo. Ambos dispositivos deben poder comunicar sus necesidades de potencia a la plataforma de carga. Esto se puede lograr mediante la modulación de la potencia transferida a través de la modulación de carga en el lado del receptor: si un receptor varía la corriente a través de la bobina secundaria, por ejemplo, al cambiar una carga adicional como una resistencia en serie o en paralelo, esto conducirá a una modulación de la corriente a través de la bobina primaria también, debido a la inducción mutua entre la bobina primaria y secundaria. De este modo, el receptor puede modular la señal de potencia inalámbrica inductiva. Estas modulaciones se pueden detectar fácilmente en el transmisor de potencia, y de esta manera los mensajes codificados en bits o bytes pueden transferirse desde el receptor de potencia al transmisor de potencia. Sin embargo, la inducción mutua entre las dos bobinas secundarias 13 y 13a de los dos dispositivos móviles es muy baja debido a su mala alineación y, por lo tanto, los dos dispositivos móviles no pueden comunicarse entre sí de la misma manera, de hecho, no pueden detectar si otro dispositivo receptor

se está comunicando. Por lo tanto, puede ocurrir que los dos dispositivos intenten comunicarse con la plataforma de carga simultáneamente, lo que conduce a errores en la recepción de la comunicación y a la pérdida de ambos mensajes. Simplemente intentarlo más tarde no es una solución aceptable, ya que algunos de los datos pueden ser críticos en el tiempo. Por ejemplo, un mensaje que indique que la alimentación debe desconectarse inmediatamente no debe retrasarse demasiado, ya que podría potencialmente provocar daños.

Los inventores se han dado cuenta de que se necesita una solución que permita la comunicación oportuna entre múltiples receptores de potencia inalámbricos inductivos y un solo transmisor de potencia inalámbrico inductivo. Como los receptores no pueden detectarse entre sí, no es posible que un receptor note que otro receptor se está comunicando simultáneamente. Los inventores se dieron cuenta de esto y concluyeron que la comunicación debe ser coordinada por el transmisor de potencia, que puede comunicarse con cada uno de los receptores acoplados.

La figura 2 ilustra esquemáticamente un solo transmisor 22 d(PTx) de potencia inalámbrico inductivo acoplado a dos receptores 23 y 23a (PRx) de potencia inductivos inalámbricos. El transmisor de potencia comprende una bobina 25 primaria, y obtiene energía de una fuente 21 de energía, que puede ser, por ejemplo, la electricidad de la red principal. Los dos receptores de potencia comprenden cada uno una bobina, 26 y 26a secundaria, y envían la potencia que reciben a una carga, 24 y 24a. Esta carga puede ser, por ejemplo, una batería que debe cargarse, pero son posibles muchas otras opciones, por ejemplo, un motor eléctrico puede ser alimentado, o un elemento resistivo puede ser alimentado para propósitos de calefacción.

la figura 3 muestra esquemáticamente más detalles de un transmisor de potencia inalámbrico inductivo. El transmisor comprende una bobina 25 primaria para transferir una señal de energía inalámbrica inductiva a receptores de potencia inalámbricos inductivos acoplados, y una entrada para la energía que proviene de la fuente 21 de potencia. Además, comprende un convertidor 31 de potencia, una unidad 32 de modulación y desmodulación de potencia, y una unidad 33 de comunicación y control.

El convertidor 31 de potencia convierte la potencia de entrada recibida de la fuente de alimentación 21 en una señal de potencia adecuada para impulsar la bobina primaria. Por ejemplo, puede convertir una potencia de entrada de CA o CC a una potencia de CA de una frecuencia adecuada para la transferencia de energía inalámbrica inductiva.

La unidad 32 de modulación/desmodulación de potencia permite la comunicación con receptores acoplados mediante la modulación y desmodulación de la señal de potencia inalámbrica inductiva. Cuando un receptor envía un mensaje de comunicación modulando la corriente a través de su bobina secundaria como se describe anteriormente, la corriente a través de la bobina primaria en el transmisor también será modulada. De esta manera, la señal de potencia inalámbrica inductiva es modulada por el receptor. Esto se puede detectar al monitorizar la corriente a través de la bobina primaria o el voltaje a través de la bobina primaria en la unidad 32 de modulación/desmodulación. Las variaciones de voltaje o corriente se desmodulan y traducen en bits y bytes y son interpretadas por la unidad 33 de comunicación y control.

Para enviar un mensaje de comunicación en forma de un patrón de bits o bytes a un receptor, la unidad 32 de modulación/desmodulación modula la corriente a través de la bobina primaria, modulando así la señal de potencia inalámbrica inductiva que se transfiere, lo que conduce a una modulación en la corriente a través de las bobinas secundarias también debido a la inducción mutua. La modulación puede ser una modulación de amplitud, que puede lograrse, por ejemplo, al cambiar una resistencia en serie o en paralelo a la bobina primaria. Alternativamente, se puede aplicar modulación de frecuencia o fase, donde se modula la frecuencia o fase de la corriente de CA a través de la bobina primaria, que nuevamente se puede detectar en el receptor.

La unidad 33 de comunicación y control controla el convertidor de potencia y maneja la comunicación en conjunto con la unidad 32 de modulación y desmodulación. Envía y recibe mensajes al controlar la unidad de modulación/desmodulación y controla el funcionamiento del transmisor de potencia. Por ejemplo, puede enviar un pulso de potencia inductivo corto, un "ping", para verificar si hay receptores presentes. Si un receptor está presente, puede responder con un mensaje que indique sus necesidades de alimentación. La unidad de comunicación y control, al recibir este mensaje, puede activar la transmisión de potencia continuamente, controlar el convertidor 31 de potencia para mantener el nivel de potencia requerido. Cuando el receptor ya no necesita potencia, por ejemplo, porque una batería está completamente cargada, este se comunicará nuevamente enviando un mensaje de receptor a transmisor, y la unidad 33 de comunicación y control, al recibir este mensaje, apagará la transmisión de potencia mediante el control del convertidor 31 de potencia, al menos si ningún otro dispositivo necesita alimentación.

La figura 4 muestra esquemáticamente más detalles de un receptor de potencia inalámbrico inductivo. El receptor comprende una bobina 26 secundaria y una salida para la potencia a una carga 24. Además, comprende un convertidor 41 de potencia, una unidad 42 de modulación y desmodulación de potencia, y una unidad 43 de comunicación y control.

El convertidor 41 de potencia convierte la señal de potencia inductiva de CA recibida por la bobina secundaria en una potencia de salida adecuada para impulsar la carga. Por ejemplo, puede convertir la señal de potencia recibida en una potencia de CA o CC adecuada para la carga.

La unidad 42 de modulación/desmodulación de potencia permite la comunicación con un transmisor de potencia acoplado. Puede modular la señal de potencia inalámbrica inductiva mediante modulación de carga como se describió anteriormente. Cuando un transmisor envía un mensaje de comunicación mediante la modulación de la amplitud de la señal de potencia inalámbrica inductiva como se describió anteriormente, la corriente a través de la bobina secundaria 5 26 en el receptor también se modulará en amplitud. Esto se puede detectar al monitorizar la corriente a través de la bobina secundaria o el voltaje a través de la bobina secundaria en la unidad 42 de modulación/desmodulación. Las variaciones de voltaje o corriente se traducen en bits y bytes y son interpretadas por la unidad 33 de comunicación y control. En caso de que el transmisor de potencia utilice la modulación de frecuencia de la señal de potencia para la comunicación, entonces la corriente a través de la bobina secundaria en el receptor también se modulará en frecuencia. Esto se puede detectar al monitorizar la frecuencia, por ejemplo, detectando transiciones cero de la corriente en la bobina secundaria, o del voltaje a través de la bobina secundaria, y midiendo la duración de uno o más ciclos.

La unidad 43 de comunicación y control controla el convertidor de potencia y maneja la comunicación junto con la unidad de modulación/desmodulación. Envía y recibe mensajes al controlar la unidad de modulación/desmodulación, y controla el funcionamiento del receptor de potencia. Por ejemplo, puede detectar un impulso de energía inductivo corto, un "ping", enviado por un transmisor de potencia para verificar si hay algún receptor presente. Entonces puede responder con un mensaje que indica sus necesidades de poder. Cuando posteriormente el transmisor de potencia enciende la transmisión de potencia continuamente, la unidad 43 de comunicación y control se conecta al convertidor 20 41 de potencia para alimentar adecuadamente la potencia recibida de forma inalámbrica a la carga 24. Cuando la carga ya no necesita potencia, por ejemplo, porque una batería está completamente cargada, la unidad de comunicación y control en el receptor de potencia puede enviar un mensaje al transmisor para indicar que no se necesita más potencia y desconectar el convertidor de potencia.

Las unidades 33 y 43 de comunicación y control pueden implementarse de muchas maneras, incluidos circuitos electrónicos dedicados, arreglos de puertas programables en campo, o con microprocesadores y memoria de propósito general, configurados o programados para ejecutar los métodos y protocolos requeridos para la comunicación y el control de acuerdo con la invención.

Los inventores se han dado cuenta de que la comunicación entre un transmisor de potencia y uno o más receptores de potencia debe ser coordinada por el transmisor, porque los receptores no pueden comunicarse entre sí, ni siquiera detectar ninguna comunicación de otro receptor de potencia. Por lo tanto, un receptor de potencia no puede determinar por sí mismo si el canal de comunicación es de uso libre o si ya está ocupado por otro receptor. Los inventores han adoptado una solución en la que la comunicación se maneja en intervalos de tiempo, y en el que múltiples intervalos 35 de tiempo están contenidos en tramas de comunicación, que se repiten en el tiempo. El principio general se ilustra en la figura 5. En este ejemplo, una trama 51 comienza con un encabezado 52 de trama, y comprende N intervalos 53 de tiempo, etiquetados  $S_1$ - $S_N$ . Aquí, N puede ser un número entero fijo, elegido para ser al menos igual al número máximo de receptores de potencia con los que un transmisor de energía está diseñado para comunicarse. Por ejemplo, si caben un máximo de 4 teléfonos móviles en una plataforma de carga como se ilustra en la FIG. 1, entonces N debe elegirse al menos igual a 4. El valor de N también se puede determinar, por ejemplo, por un estándar.

En el encabezado de la trama, el transmisor de potencia se comunicará, mientras que los intervalos  $S_1$ - $S_N$  están reservados para la comunicación de los receptores de potencia. Para evitar la comunicación simultánea de los receptores, los intervalos de tiempo deben asignarse a los receptores individuales. Para permitir una asignación rápida, las tramas de comunicación según la invención comprenden intervalos de tiempo de sincronización adicionales, como se ilustra en la FIG. 6. Una trama 61 de comunicación comienza con un encabezado 62 de trama y comprende n intervalos 64 de tiempo, etiquetados  $S_1$ - $S_n$ . Cada intervalo 64 de tiempo está precedido por un intervalo 63 de tiempo de sincronización, etiquetado como  $Sync_1$ - $Sync_n$ . En este enfoque, el encabezado 62 de trama y los intervalos 63 de tiempo de sincronización se utilizan para la comunicación por el transmisor de potencia, y los intervalos 64 de tiempo se utilizan para la comunicación por los receptores de potencia. Es posible omitir un encabezado de trama separado, y en su lugar, el primer intervalo de tiempo de sincronización proporciona funcionalidad de encabezado de trama.

Durante los intervalos de tiempo de sincronización, el transmisor de potencia envía un mensaje de sincronización, un patrón de bits o una secuencia de bits. Estos mensajes sirven para múltiples propósitos. En primer lugar, marcan el comienzo del siguiente intervalo de tiempo de comunicación para los receptores y, por lo tanto, mantienen la base de tiempo para la comunicación. En segundo lugar, el mensaje de sincronización comprende información sobre el estado de asignación del siguiente intervalo de tiempo de comunicación. Si el próximo intervalo de tiempo aún no está asignado a un receptor, el mensaje indicará que está sin asignar o libre. Si, por otra parte, el siguiente intervalo de tiempo se asigna a un receptor en particular, el mensaje de sincronización indicará que está asignado y a qué receptor está asignado. En tercer lugar, el mensaje de sincronización puede indicar el éxito o el fracaso de la recepción por parte del transmisor de potencia de un mensaje de comunicación en el intervalo de tiempo de comunicación anterior. En cuarto lugar, el mensaje de sincronización puede comprender una respuesta a un mensaje recibido con éxito en el intervalo de tiempo de comunicación anterior.

Tenga en cuenta que en la figura 6 ningún intervalo de sincronización sigue al último intervalo de tiempo de comunicación  $S_N$ . En cambio, el primer intervalo de tiempo de sincronización en la siguiente trama puede servir para indicar una recepción exitosa en ese intervalo.

5 Una vez que un receptor de potencia tiene un intervalo de tiempo asignado, puede usar ese intervalo de tiempo para enviar mensajes al receptor de potencia. Otros receptores no utilizarán ese mismo intervalo de tiempo, ya que está marcado como asignado.

10 Si un receptor de alimentación en particular, en lo sucesivo, el primer receptor, necesita comunicarse, pero no tiene un intervalo de tiempo asignado, debe solicitar la asignación de un intervalo de tiempo libre. Esto se ilustra en la figura 7, centrándose en un intervalo 72 de tiempo no asignado, etiquetado como  $S_n$ . En el intervalo 71 de tiempo de sincronización anterior, etiquetado como  $Sync_n$ , el transmisor de potencia indicará el estado de asignación del intervalo  $S_n$  de tiempo, que en este ejemplo no está asignado. Durante el intervalo  $S_n$  de tiempo no asignado, el primer receptor de potencia enviará al transmisor de potencia un mensaje de solicitud de asignación, solicitando que se le asigne el intervalo  $S_n$ .

15 En el siguiente intervalo 73 de tiempo de sincronización, etiquetado como  $S_{n+1}$ , el transmisor de potencia enviará un mensaje que indica si un mensaje se recibió correctamente durante el intervalo  $S_n$  de tiempo. Si la solicitud de asignación se recibió con éxito y el intervalo está libre, el transmisor de potencia puede otorgar la asignación y enviar un mensaje indicando el otorgamiento de la asignación del intervalo  $S_n$  al primer receptor.

20 Sin embargo, si un segundo receptor intentó comunicarse también durante el intervalo  $S_n$  de tiempo, por ejemplo, debido a que también solicitó la asignación del mismo intervalo de tiempo, entonces los dos intentos de comunicación interfieren en la bobina primaria del transmisor de potencia y no se recibirá ningún mensaje correctamente por el transmisor de potencia. Por lo tanto, el transmisor enviará un mensaje durante el siguiente intervalo de tiempo de sincronización que indica que no se recibió correctamente un mensaje durante el intervalo  $S_n$  de tiempo y, por lo tanto, no se otorgará ninguna asignación. Esto indica a los receptores primero y segundo que sus solicitudes de asignación han fallado, y deben intentar nuevamente una asignación de intervalo de tiempo. Para evitar la misma colisión entre los dos receptores de potencia que compiten por la asignación del siguiente intervalo de tiempo, los receptores no intentarán de nuevo inmediatamente, sino que esperarán un número de intervalos. Por supuesto, los dos receptores deben esperar períodos de diferente duración, o de lo contrario la colisión se repetirá. Por ejemplo, se puede aplicar un período de espera (semi) aleatorio, lo que reduce considerablemente la posibilidad de que una colisión se repita varias veces.

25 Si un receptor no usa el intervalo de tiempo asignado a él, la unidad 31 de comunicación y control puede decidir desasignar el intervalo de tiempo. Puede hacerlo, por ejemplo, después de que el intervalo de tiempo asignado no se haya utilizado para la comunicación por parte del receptor en varias tramas consecutivas. El intervalo de tiempo se marcará como no asignado nuevamente y estará disponible para la asignación a los receptores que lo soliciten.

30 Los inventores se han dado cuenta de que la duración de la comunicación de los intervalos de tiempo descritos anteriormente debe elegirse con prudencia. Debido a la naturaleza de los métodos de modulación y la naturaleza de los dispositivos, la tasa de bits lograda en la comunicación será baja y los intervalos de tiempo no se pueden elegir demasiado cortos. En el estándar Qi para un solo transmisor de potencia que trabaja con un solo receptor de potencia, se requiere que un receptor responda dentro de 65 ms a un "ping" del transmisor como se describe anteriormente.

35 Cuando un receptor de potencia inalámbrico detecta un transmisor de potencia, debe ser posible establecer bien dentro de esos 65 ms si el transmisor admite la comunicación de intervalo de tiempo, o es de un tipo anterior que no lo hace. Por lo tanto, la duración de un intervalo 71 de tiempo de mensaje de sincronización se elige preferiblemente en un intervalo de 30 a 60 ms. Preferiblemente, también el intervalo de tiempo para la comunicación 72 del receptor se elige en el mismo rango. Los inventores han encontrado que un período de 50 ms funciona bien tanto para el intervalo de tiempo de sincronización como para el estado de asignación del siguiente intervalo de tiempo de comunicación. Con estas limitaciones, un receptor siempre puede detectar al menos una parte de un mensaje de sincronización dentro de los 65 ms, y así determinar las capacidades de comunicación del transmisor.

40 En general, las tasas de bits alcanzables por modulación en la transferencia de potencia inalámbrica inductiva como se describe son bajas, y solo se puede enviar un número limitado de bits en un intervalo de tiempo de sincronización. Esto requiere una codificación eficiente de la información a transmitir, que incluye la recepción exitosa de un mensaje en el intervalo de tiempo de comunicación anterior, otorgando o rechazando una solicitud de asignación recibida en el intervalo de tiempo de comunicación anterior y el estado de asignación del siguiente intervalo de tiempo de comunicación. Esto se puede lograr, por ejemplo, mediante una codificación eficiente de 3 bits como se ilustra en la

45 Tabla 1, donde pp indica una respuesta de 2 bits al intervalo de tiempo de comunicación anterior, y n indica un estado de asignación de 1 bit del siguiente intervalo de tiempo de comunicación (y x se utiliza para indicar "cualquier" valor de bit). Aquí, el mensaje se forma de manera eficiente de una parte corta que indica una comprensión del estado de las comunicaciones, combinada con una parte corta que indica la disponibilidad del intervalo de tiempo sucesivo.

50

Tabla 1: ejemplo de codificación de mensaje de sincronización

pp n	Significado
00 x	No se recibió comunicación en el intervalo precedente
01 x	Colisión detectada en el intervalo precedente
10 x	Datos recibidos correctamente en el intervalo precedente, asignación de intervalo rechazado
11 x	Datos recibidos correctamente en el intervalo precedente, asignación de intervalo aceptado
xx 0	Intervalo exitoso esta libre
xx 1	Intervalo exitoso está ocupado

5 Para lograr una duración del intervalo de tiempo de sincronización cercano, pero sin exceder, la duración máxima elegida, por ejemplo, 50 ms, se puede usar un pequeño número de bits de preámbulo. El número de bits de preámbulo se puede ajustar a las condiciones operativas del sistema de transferencia de potencia inalámbrica, para lograr un intervalo de tiempo de sincronización lo más cercano posible a la duración elegida.

10 Un método típico de asignación de intervalos de tiempo de comunicación a receptores de potencia inalámbricos siguiendo un protocolo como se describe anteriormente se ilustra en la figura 8. En un primer paso 81, un transmisor de potencia inalámbrico inductivo envía mensajes de sincronización para marcar el inicio de los intervalos de tiempo de comunicación. Esto permite que los receptores de potencia inalámbricos inductivos detecten la temporización de las tramas de comunicación y los intervalos, y que se sincronicen con su temporización. En un paso siguiente 82, el transmisor de potencia inalámbrico envía un mensaje que indica el estado de asignación de un intervalo de tiempo posterior. Para un intervalo de tiempo no asignado, este mensaje indicará que el intervalo no está asignado. Este mensaje debe enviarse antes del inicio de ese intervalo de tiempo no asignado.

15 En un paso siguiente 83, un receptor de potencia inalámbrico que necesita un intervalo de tiempo para la comunicación, solicita la asignación de ese intervalo de tiempo, para que pueda usarlo para la comunicación en las tramas de comunicación posteriores. Esto sucede durante el intervalo de tiempo no asignado.

20 En el siguiente paso 84, el transmisor de potencia envía un mensaje que indica si alguna comunicación se recibió con éxito durante el intervalo de tiempo no asignado. Esto sucede después del final del intervalo de tiempo no asignado en cuestión. Si el mensaje de solicitud de asignación fue recibido con éxito, en un paso siguiente 85, el transmisor de potencia envía un mensaje adicional que indica que el intervalo de tiempo ahora está asignado al receptor que lo solicitó.

25 Si bien la invención se ha ilustrado y descrito en detalle en los dibujos y la descripción anterior, dicha ilustración y descripción deben considerarse ilustrativas o de ejemplo, y no restrictivas; La invención no está limitada a las realizaciones descritas. El mero hecho de que ciertas medidas se citen en reivindicaciones dependientes mutuamente diferentes no indica que una combinación de estas medidas no se pueda utilizar para obtener ventajas. De hecho, se pueden combinar muchas características que una persona experta reconocerá como compatibles entre sí, como las duraciones de varios intervalos de tiempo y mensajes, la naturaleza de los mensajes enviados o los niveles de potencia inductiva transferidos.

30 Los expertos en la técnica pueden entender y realizar otras variaciones de las realizaciones descritas al poner en práctica la invención reivindicada, a partir de un estudio de los dibujos, la divulgación y las reivindicaciones adjuntas.

35 En las reivindicaciones, la palabra “que comprende” no excluye otros elementos o pasos, y el artículo indefinido “uno” o “una” no excluye una pluralidad. Un solo procesador u otra unidad puede cumplir las funciones de varios ítems enumerados en las reivindicaciones. Cualquier signo de referencia en las reivindicaciones no debe interpretarse como limitante del alcance.

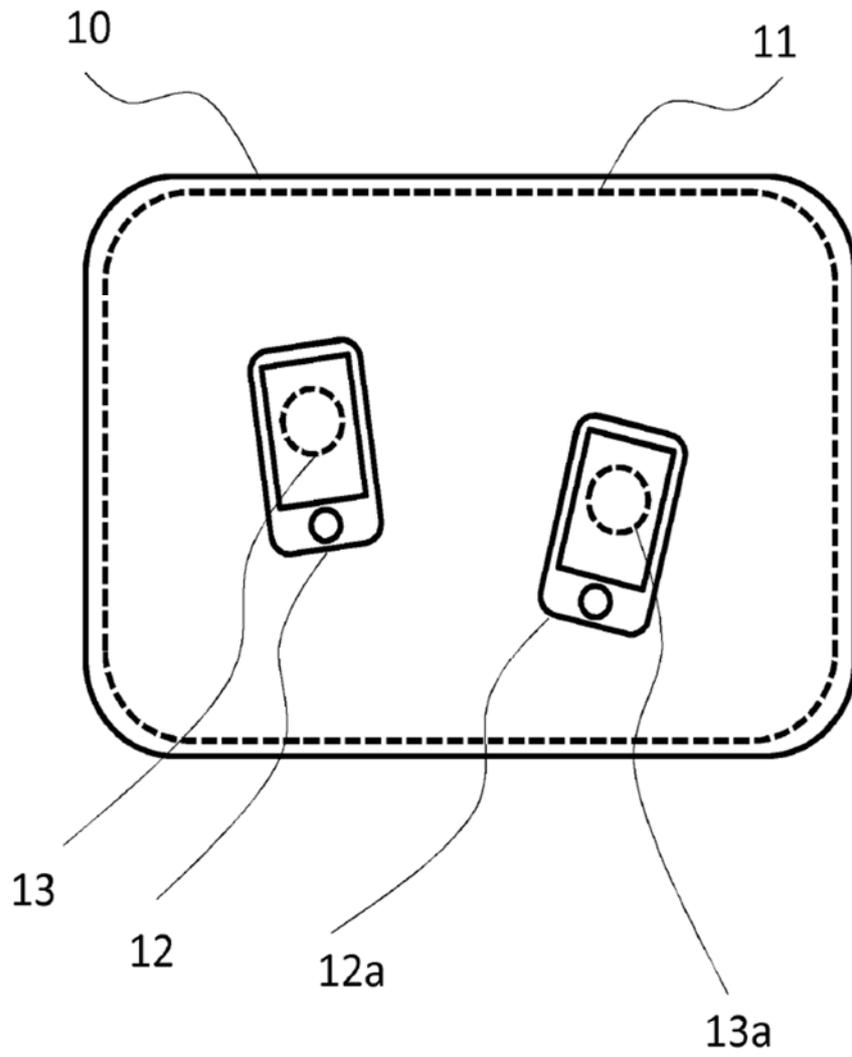
**REIVINDICACIONES**

1. Un método para asignar intervalos de tiempo de comunicación contenidos en tramas de repetición para la comunicación entre un transmisor (22) de potencia inalámbrico inductivo y al menos dos receptores de potencia (23) inalámbricos inductivos, en el que el transmisor de potencia y los receptores de potencia están dispuestos para comunicarse por medios de modulación y desmodulación de una señal de potencia inductiva,
- 5
- El método se caracteriza por comprender los pasos de:
- 10
- enviar, por el transmisor, mensajes de sincronización que marcan el inicio de los intervalos de tiempo de comunicación y las tramas,
  - enviar, por el transmisor, antes del inicio de un intervalo de tiempo de comunicación no asignado, un mensaje que indique que el intervalo de tiempo de comunicación no asignado no está asignado,
  - 15
    - enviar, por un primer receptor, durante el intervalo de tiempo de comunicación no asignado, un mensaje de solicitud de asignación al transmisor para solicitar la asignación del intervalo de tiempo de comunicación no asignado al primer receptor,
  - 20
    - enviar, por el transmisor, después del final del intervalo de tiempo de comunicación no asignado, un mensaje de estado de recepción que indica el éxito de recepción de un mensaje de solicitud de asignación durante el intervalo de tiempo de comunicación no asignado,
    - 25
      - envío adicional, por parte del transmisor, en caso de recepción exitosa del mensaje de solicitud de asignación, un mensaje de otorgamiento que indique que se ha otorgado la asignación solicitada.
2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el mensaje que indica que el intervalo de tiempo de comunicación no asignado no está asignado es parte del mensaje de sincronización que precede inmediatamente al intervalo de tiempo de comunicación no asignado.
- 30
3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el mensaje de estado de recepción y el mensaje de otorgamiento son parte del mensaje de sincronización inmediatamente después del intervalo de tiempo de comunicación no asignada.
- 35
4. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el primer receptor, en caso de que el transmisor no envíe un mensaje de concesión en respuesta al mensaje de solicitud de asignación, espera un período de más de una trama antes de solicitar nuevamente la asignación de un intervalo de tiempo de comunicación al primer receptor.
- 40
5. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la duración de los mensajes de sincronización que marcan el inicio de los intervalos de tiempo de comunicación y las tramas está en un rango de 30 a 60 milisegundos.
- 45
6. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la duración de los intervalos de tiempo de comunicación está en un intervalo de 30 a 60 milisegundos.
- 50
7. Un transmisor (22) de potencia inalámbrico inductivo que comprende
- una bobina (25) primaria para transferir una señal de potencia inductiva a al menos dos receptores (23) de potencia inalámbricos inductivos,
  - un convertidor (31) de potencia para suministrar energía a la bobina primaria,
  - una unidad (32) de modulación y desmodulación de potencia para modular y desmodular la señal de potencia inalámbrica inductiva, y
  - 55
    - una unidad (33) de comunicación y control,
- la unidad de comunicación y control está dispuesta para controlar la modulación de potencia y la unidad de desmodulación para comunicarse con los receptores de potencia inalámbricos inductivos en los intervalos de tiempo de comunicación contenidos en tramas de repetición, y caracterizada por la unidad de comunicación y control que está dispuesta además para ejecutar el siguiente protocolo de comunicación:
- 60
- enviar a los receptores mensajes de sincronización que marcan el inicio de los intervalos de tiempo de comunicación y las tramas;
- 65

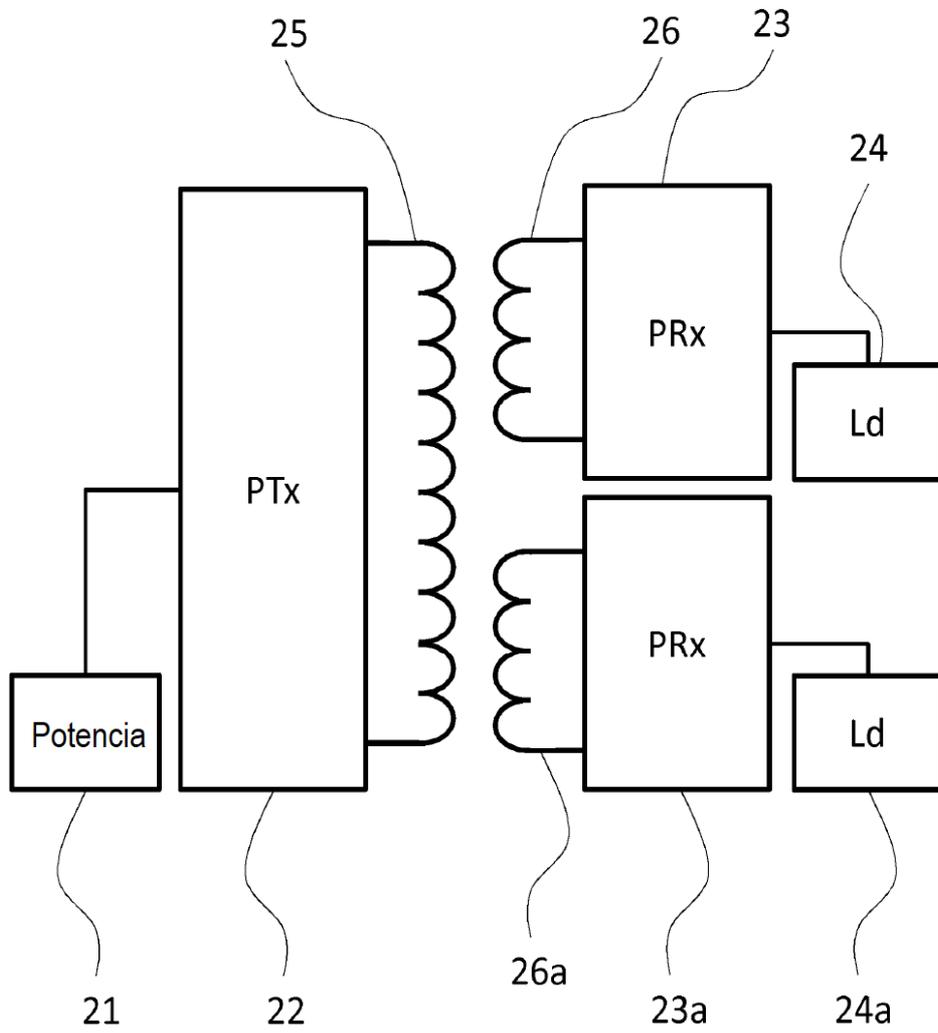
- enviar a los receptores, antes del inicio de un intervalo de tiempo de comunicación no asignado, un mensaje que indica que el intervalo de tiempo de comunicación no asignado no está asignado;
- 5 - si un primer receptor de potencia inalámbrico inductivo, durante el intervalo de tiempo de comunicación no asignado, envía un mensaje de solicitud de asignación solicitando la asignación del intervalo de tiempo de comunicación no asignado al primer receptor, luego recibe el mensaje de solicitud de asignación;
- enviar a los receptores, después del final del intervalo de tiempo de comunicación no asignado, un mensaje de estado de recepción que indica el éxito de recepción de un mensaje de solicitud de asignación durante el intervalo de tiempo de comunicación no asignado;
- 10 - si un mensaje de solicitud de asignación se recibió con éxito durante el intervalo de tiempo de comunicación no asignado, luego, además, envía a los receptores, después del final del intervalo de tiempo de comunicación no asignado, un mensaje de otorgamiento que indica que se ha otorgado la asignación solicitada.
- 15 8. Un transmisor de potencia inalámbrico inductivo según la reivindicación 7, en el que la unidad de comunicación y control está dispuesta además para enviar el mensaje que indica que el intervalo de tiempo de comunicación sin asignar está sin asignar como parte del mensaje de sincronización que precede inmediatamente al intervalo de tiempo de comunicación sin asignar.
- 20 9. Un transmisor de potencia inalámbrico inductivo de acuerdo con la reivindicación 7, en el que la unidad de comunicación y control está dispuesta además para enviar el mensaje que indica que el intervalo de tiempo de comunicación sin asignar está sin asignar como parte del mensaje de sincronización que marca el comienzo de la trama que comprende el intervalo de tiempo de comunicación sin asignar.
- 25 10. Un transmisor de potencia inalámbrico inductivo de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, en el que la unidad de comunicación y control está dispuesta además para enviar el mensaje de estado de recepción y el mensaje de otorgamiento como parte del mensaje de sincronización inmediatamente después del intervalo de tiempo no asignado.
- 30 11. Un transmisor de potencia inalámbrico inductivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, en el que la duración de los mensajes de sincronización que marcan el inicio de los intervalos de tiempo de comunicación y las tramas está en un rango de 30 a 60 milisegundos.
- 35 12. Un transmisor de potencia inalámbrico inductivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11, en el que la duración de los intervalos de tiempo de comunicación está en un rango de 30 a 60 milisegundos.
- 13. Un receptor (23) de potencia inalámbrico inductivo que comprende
  - una bobina (26) secundaria para recibir una señal de potencia inalámbrica inductiva de un transmisor de potencia inalámbrico inductivo,
  - un convertidor (41) de potencia para convertir la señal de potencia a una potencia de salida,
  - una unidad (42) de modulación y desmodulación de potencia para modular y desmodular la señal de potencia inalámbrica inductiva,
  - y una unidad (43) de comunicación y control
- 50 estando la unidad de comunicación y control dispuesta para controlar la unidad de modulación de potencia y la unidad de desmodulación para comunicarse con un transmisor (22) de potencia inalámbrico inductivo, en intervalos de tiempo de comunicación contenidos en tramas repetidas, y caracterizada además por la unidad de comunicación y control dispuesta para ejecutar el siguiente protocolo de comunicación:
  - recibir desde el transmisor los mensajes de sincronización que marcan el inicio de los intervalos de tiempo de comunicación y las tramas,
  - 55 - recibir del transmisor, antes del inicio de un intervalo de tiempo de comunicación no asignado, un mensaje que indica que el intervalo de tiempo de comunicación no asignado no está asignado,
  - 60 - si el receptor necesita comunicarse con el transmisor, envíe al transmisor, durante el intervalo de tiempo de comunicación no asignado, un mensaje de solicitud de asignación para solicitar la asignación del intervalo de tiempo de comunicación no asignado al receptor,
  - 65 - recibir del transmisor, después del final del intervalo de tiempo de comunicación no asignado, un mensaje de estado de recepción que indica el éxito de recepción de un mensaje de solicitud de asignación durante el intervalo de tiempo de comunicación no asignada,

- recibir del transmisor, en caso de recepción exitosa del mensaje de solicitud de asignación, un mensaje de otorgamiento que indique que se ha otorgado la asignación solicitada.

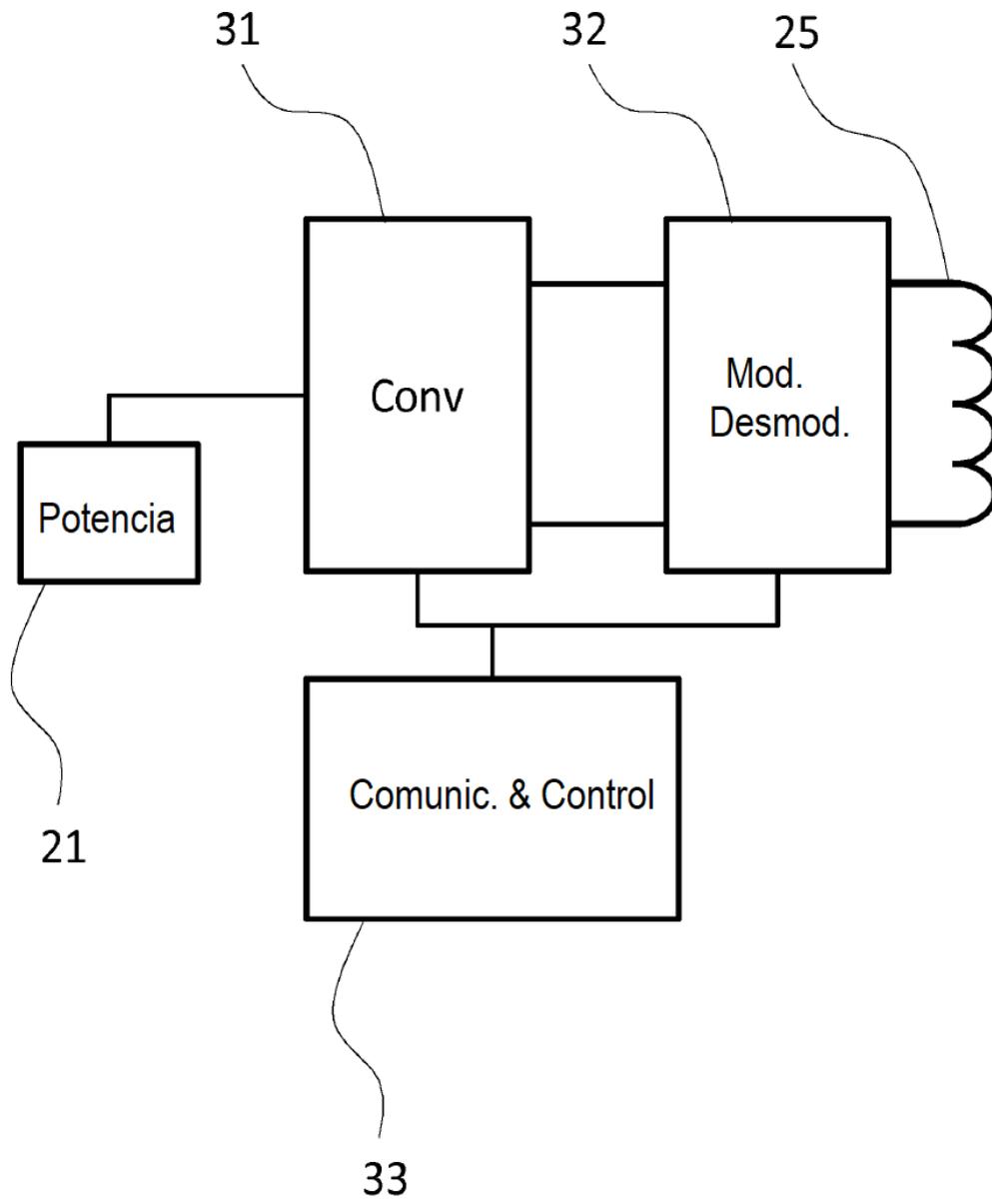
- 5 14. Un receptor de potencia inalámbrico inductivo de acuerdo con la reivindicación 13, dispuesto además para esperar un período de más de una trama antes de solicitar nuevamente la asignación de un intervalo de tiempo de comunicación al primer receptor, en caso de que el transmisor no envíe un mensaje de otorgamiento en respuesta al mensaje de solicitud de asignación.



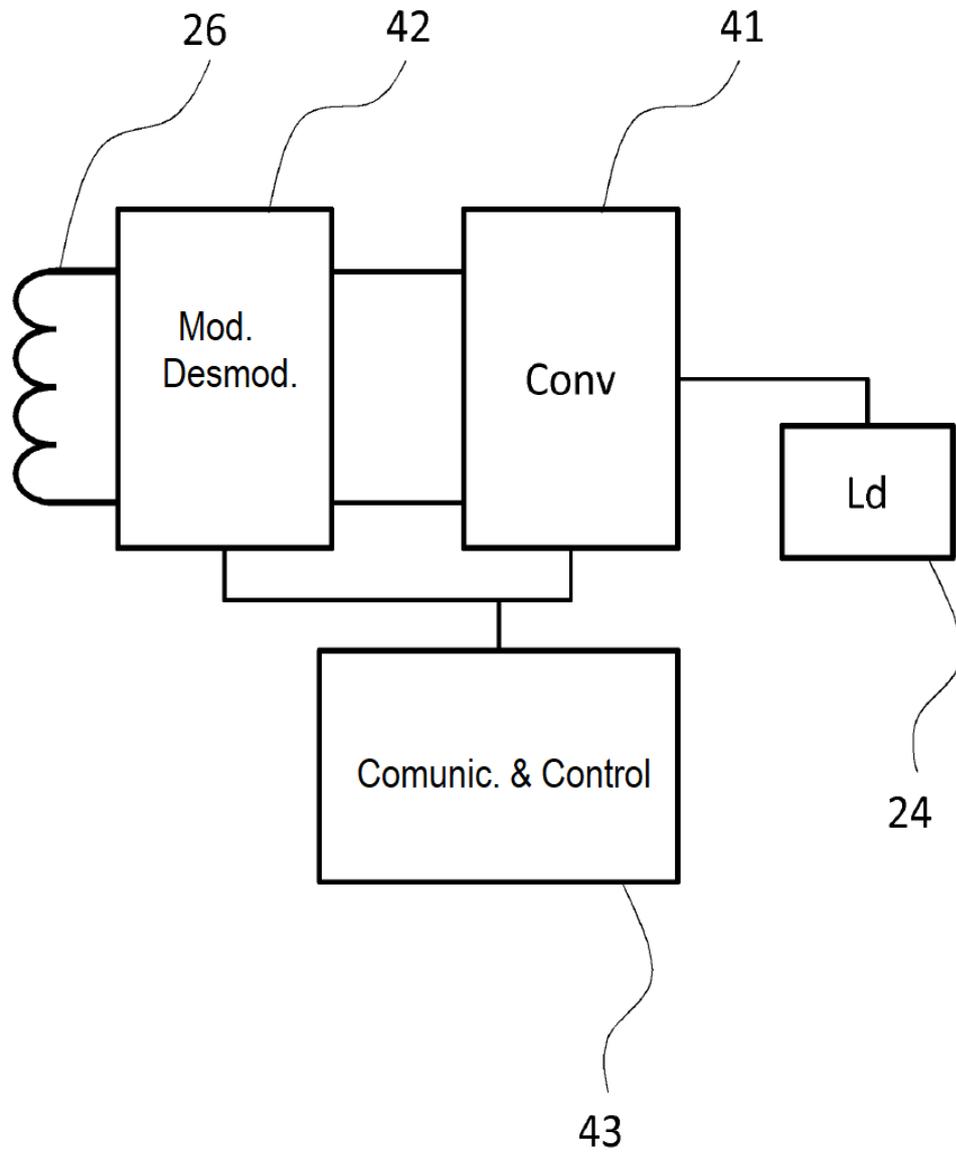
**FIG. 1**



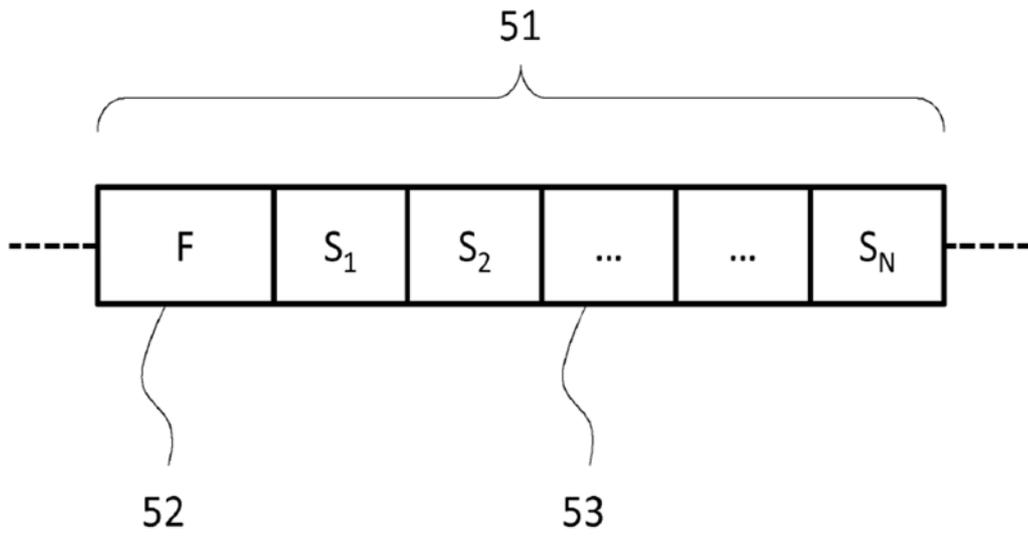
**FIG. 2**



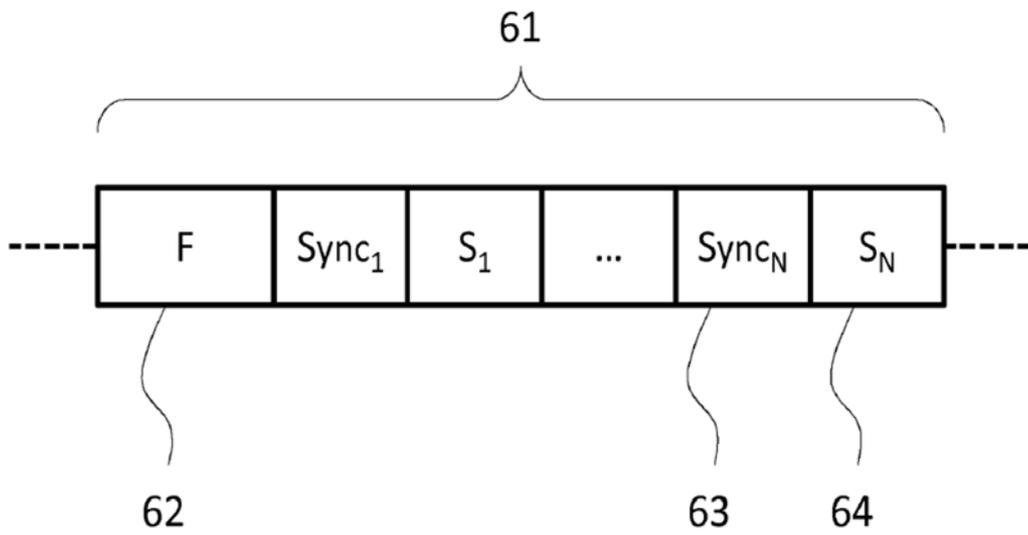
**FIG. 3**



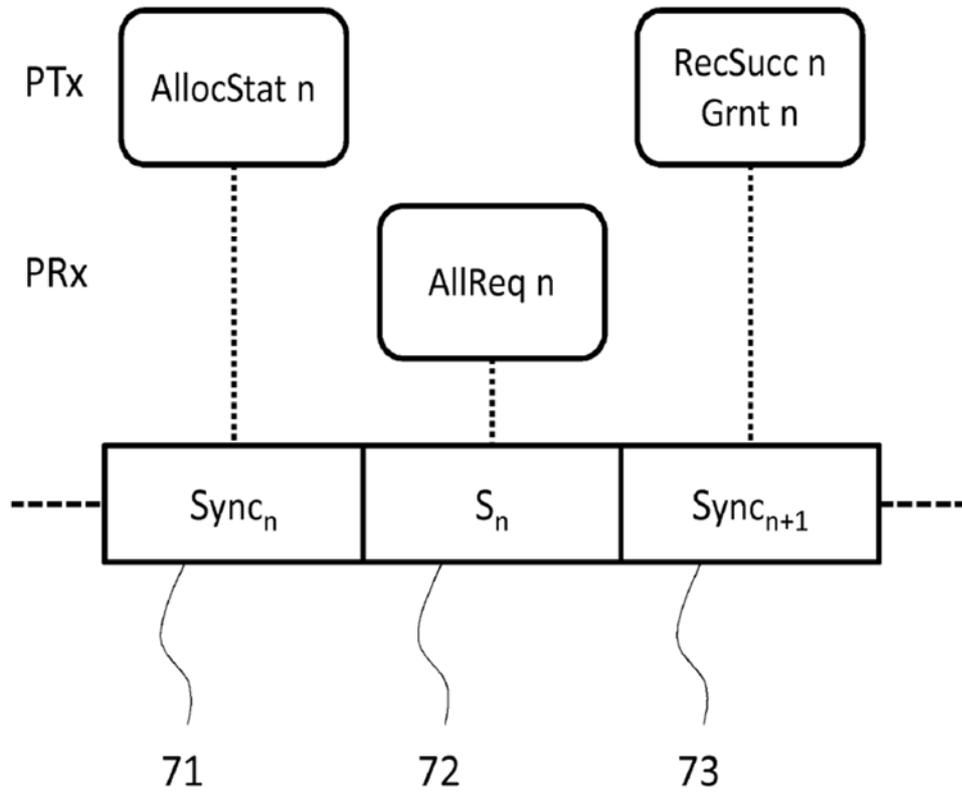
**FIG. 4**



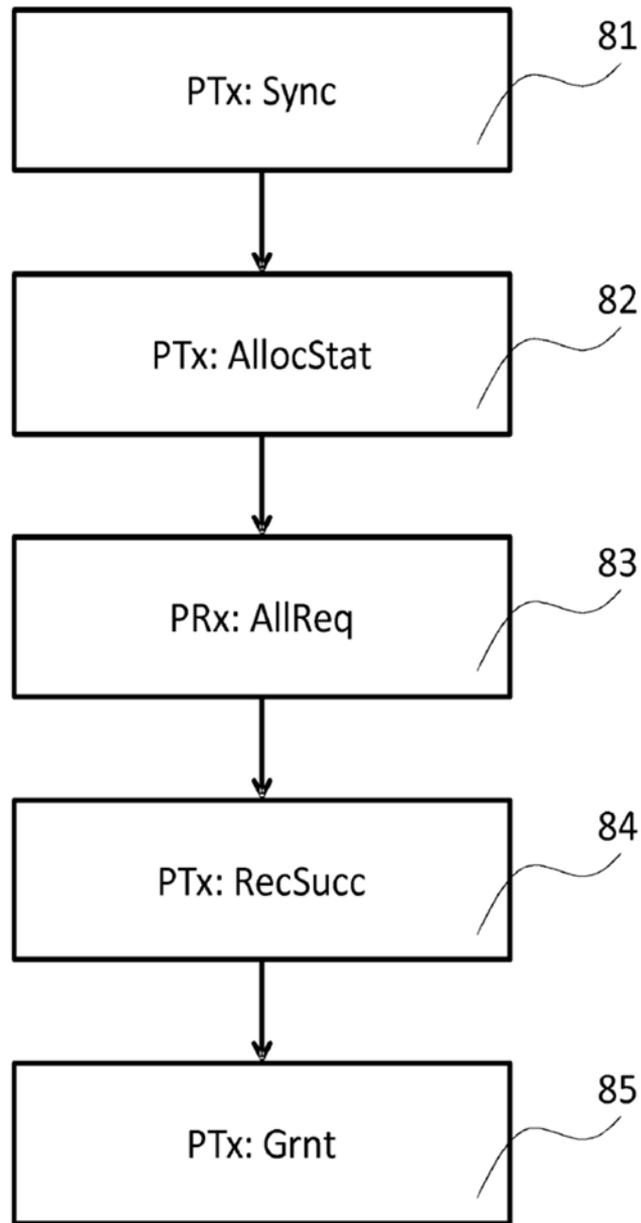
**FIG. 5**



**FIG. 6**



**FIG. 7**



**FIG. 8**