

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 871 536**

51 Int. Cl.:

H02J 50/12 (2006.01)

H02J 50/40 (2006.01)

H02J 50/80 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.10.2017 PCT/IB2017/056472**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.06.2018 WO18115990**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.10.2017 E 17798324 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.02.2021 EP 3560069**

54 Título: **Sistema para transferir inalámbricamente potencia eléctrica**

30 Prioridad:

22.12.2016 IT 201600130095

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

29.10.2021

73 Titular/es:

**EGGTRONIC ENGINEERING S.P.A. (100.0%)
Via Giorgio Campagna 8
41126 Modena, IT**

72 Inventor/es:

SPINELLA, IGOR

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 871 536 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

Sistema para transferir inalámbricamente potencia eléctrica

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere en general a un sistema para alimentar y/o recargar inalámbricamente una o más cargas eléctricas. Dichas cargas eléctricas pueden ser, por ejemplo, dispositivos eléctricos/electrónicos que se deben alimentar eléctricamente para permitir su funcionamiento y/o para cargar las baterías internas del propio dispositivo. Son ejemplos clásicos de este tipo de dispositivo eléctrico/electrónico los teléfonos móviles, las tabletas, los ordenadores, las televisiones, los sistemas de iluminación, por ejemplo, que usan LED, y muchos otros.

15 **Técnica anterior**

Los sistemas conocidos en la actualidad para transferir potencia eléctrica a una carga en modo inalámbrico se basan generalmente en realizar un acoplamiento inductivo o capacitivo entre un aparato de recepción dispuesto en el dispositivo para ser alimentado/recargado y un aparato de transmisión dispuesto en un dispositivo de alimentación correspondiente.

En sistemas basados en el acoplamiento inductivo, se usa típicamente una antena de transmisión dispuesta en el dispositivo de alimentación, por ejemplo, con la forma de un carrete o de una bobina, y se usa una antena de recepción dispuesta en el dispositivo para ser alimentado. De esta manera, incluso sin conexión galvánica entre el aparato de transmisión y el aparato de recepción, es posible alimentar dispositivos eléctricos y electrónicos de diversos tipos.

Por lo que respecta a los sistemas basados en acoplamiento capacitivo, se usan armaduras de transmisión, dispuestas en el dispositivo de alimentación, por ejemplo, realizadas con áreas conductoras posiblemente aisladas con respecto al exterior a través de material dieléctrico, que están encaradas a armaduras de recepción análogas dispuestas en el dispositivo para ser alimentado, constituyendo así al menos dos capacidades eléctricas. Aplicando en la entrada de dichas capacidades eléctricas una onda de voltaje que tenga una frecuencia suficientemente alta, es posible transmitir a la carga una potencia eléctrica suficiente para alimentarla.

Un problema común en los sistemas de alimentación/recarga de corto alcance, del tipo tanto inductivo como capacitivo, consiste en tener que posicionar el dispositivo para ser alimentado/recargado en una posición precisa con respecto al dispositivo de alimentación correspondiente.

En el caso de sistemas inductivos, este problema se puede solucionar creando antenas de transmisión capaces de generar un campo de inducción magnética en un área de espacio muy amplia (por ejemplo, con carretes de dimensiones mayores), aunque un planteamiento de este tipo empeora sustancialmente la eficiencia energética del sistema, reduce la energía transmisible e incrementa la contaminación electromagnética. Estos problemas se pueden reducir parcialmente equipando el dispositivo de alimentación con una pluralidad de antenas que tengan dimensiones menores, cada una de ellas alimentada por un circuito de potencia independiente con respecto a los otros y posiblemente posicionado para garantizar un solapamiento parcial entre los campos magnéticos generados por ellos. No obstante, esta solución determina un empeoramiento sustancial de los costes y del volumen del sistema y, en cualquier caso, no elimina los problemas de baja eficiencia energética que caracterizan a los sistemas inductivos.

Los sistemas capacitivos, aunque garantizan una mayor eficiencia energética, requieren una alineación correcta entre el dispositivo para ser alimentado y el dispositivo de alimentación, si no se produce en general una degradación sustancial del rendimiento.

Para afrontar al menos parcialmente este inconveniente es posible usar múltiples armaduras pequeñas dispuestas de acuerdo con un diseño matricial, cada una de las cuales está conectada a un circuito de potencia correspondiente independientemente de las otras. Sin embargo, cada solución basada en la multiplicación de los elementos de transmisión, tanto del tipo inductivo (bobina) como del tipo capacitivo (armadura), tiene el inconveniente de requerir la generación de una señal de reloj, típicamente a una frecuencia elevada (por ejemplo, MHz, decenas de MHz o cientos de MHz en el caso de armaduras capacitivas y sistemas inductivos de RF), lo cual permite excitar eficazmente el circuito de potencia de cada elemento de transmisión.

Para satisfacer dicha necesidad, es posible proporcionar un generador de reloj (por ejemplo, un oscilador) para cada circuito de potencia de cada elemento de transmisión, aunque esto da como resultado un empeoramiento particularmente considerable de los costes, en particular en el caso en el que el dispositivo de alimentación debe proporcionar un área de transmisión muy grande y/o esté equipado con un número muy elevado de elementos de transmisión).

Alternativamente, es posible usar un único generador de reloj compartido por todos los circuitos de potencia de los elementos de transmisión (o, en cualquier caso, un número menor de generadores de reloj con respecto al número de circuitos de potencia), y distribuir la señal de reloj a través de un bus adecuado. No obstante, esto conlleva una serie de inconvenientes, que incluyen en particular la necesidad de transmisión señales de alta frecuencia sobre grandes distancias, típicamente a través de líneas de transmisión, y por lo tanto con problemas de adaptación de impedancia, de atenuaciones y reflexiones, de velocidades más bajas vinculadas a la impedancia característica de la línea, de requisitos de memoria intermedia para regenerar la señal y de pérdidas mayores. A estos problemas se les añade a continuación el inconveniente sustancial de no poder crear un dispositivo de alimentación en el que cada elemento de transmisión sea totalmente independiente con respecto a los otros.

Por lo tanto, es una finalidad de la presente invención superar las limitaciones reseñadas, y, en particular, realizar un sistema para transmitir inalámbricamente potencia eléctrica capaz de alimentar independientemente dispositivos dispuestos de manera aleatoria cerca de un dispositivo de alimentación, garantizando un control sencillo de los elementos de transmisión, en particular previendo un sistema capaz de excitar cada elemento de transmisión de forma independiente con respecto a los otros, sin la necesidad de disponer múltiples generadores en el reloj en el dispositivo de alimentación y, por lo tanto, reduciendo drásticamente los costes de la tecnología de transmisión de potencia eléctrica. Los documentos US2013127254 A1, EP2555378 A1, y US2014103732 A1 divulgan sistemas de transferencia de potencia eléctrica.

Esta y otras finalidades se alcanzan con las características de la invención según se proporciona en las reivindicaciones independientes. Las reivindicaciones dependientes trazan aspectos preferidos y/o particularmente ventajosos de las diversas formas de realización de la invención.

Presentación de la invención

Considerando lo expuesto, la presente invención proporciona un sistema para transferir inalámbricamente potencia eléctrica a una carga eléctrica, cuyo esquema de base comprende:

- un dispositivo de alimentación y
- un dispositivo para ser alimentado, físicamente separado e independiente del dispositivo de alimentación.

En general, el dispositivo para ser alimentado es cualquier dispositivo que se pueda mover libremente en el espacio de manera independiente del dispositivo de alimentación, por ejemplo, se puede acercar y alejar con respecto a este último, sin ningún tipo de restricción física entre los dos dispositivos. En otras palabras, el dispositivo para ser alimentado no está conectado al dispositivo de alimentación mediante ningún componente mecánico, como por ejemplo un cable o cualquier otro sistema de conexión mecánica, ya sea fijo o extraíble. Como ejemplo, el dispositivo para ser alimentado puede ser un teléfono móvil, una tableta, un ordenador, una televisión, un sistema de iluminación, por ejemplo, que use LED, un electrodoméstico, un dispositivo ponible, un dispositivo de IOT o cualquier otro dispositivo eléctrico/electrónico que requiera una fuente de alimentación eléctrica.

De acuerdo con la invención, el dispositivo para ser alimentado comprende:

- la carga eléctrica para ser alimentada,
- un circuito de control adaptado para generar una señal de reloj, y
- un aparato de recepción de la potencia eléctrica conectado a la carga eléctrica.

El dispositivo de alimentación comprende por lo menos un grupo de transmisión de la potencia eléctrica que incluye:

- un aparato de transmisión adaptado para realizar un acoplamiento magnético y/o eléctrico no conductor, por ejemplo, un acoplamiento inductivo, capacitivo o inductivo y capacitivo híbrido, con el aparato de recepción del dispositivo para ser alimentado,
- un circuito de gestión de señales adaptado para recibir la señal de reloj generada por el circuito de control del dispositivo para ser alimentado y para generar una señal piloto que tiene una frecuencia proporcional a la frecuencia de la señal de reloj, y
- un circuito de potencia adaptado para recibir la señal piloto generada por el circuito de gestión de señales y para aplicar al aparato de transmisión una onda de voltaje que es variable periódicamente a lo largo del tiempo con una frecuencia igual a la frecuencia de la señal piloto.

Gracias a esta solución, el control de cada circuito de potencia del dispositivo de alimentación se obtiene efectivamente aprovechando la señal de reloj generada por el circuito de control dispuesto en el dispositivo para ser alimentado, de manera que el dispositivo de alimentación no necesita ningún generador de la señal de reloj.

Puesto que el dispositivo para ser alimentado, que, tal como se ha mencionado, puede ser un teléfono móvil, una tableta, un ordenador o similar, está ya equipado generalmente con un circuito de control adaptado para generar señales de reloj de alta frecuencia para su funcionamiento, como consecuencia esta solución obtiene una reducción drástica de los costes necesarios para implementar la tecnología de transmisión inalámbrica de energía.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, el dispositivo de alimentación puede comprender una pluralidad de grupos de transmisión, cada uno de los cuales está equipado con un aparato de transmisión correspondiente, o circuito de gestión de señales y circuito de potencia.

Gracias a esta solución, se obtiene ventajosamente una alta flexibilidad de uso. Por ejemplo, teniendo un número elevado de grupos de transmisión es posible ventajosamente disponer los aparatos de transmisión para poder alimentar la carga para diferentes posiciones relativas del dispositivo para ser alimentado con respecto al dispositivo de alimentación. En particular, es posible disponer los aparatos de transmisión de acuerdo con una distribución matricial, constituyendo una superficie activa en el dispositivo de alimentación, sobre la cual se puede apoyar el dispositivo para ser alimentado en múltiples posiciones y diferentes orientaciones. En cada una de estas posiciones, los aparatos de transmisión que están cerca del dispositivo para ser alimentado serán capaces, por tanto, de alimentar eficazmente la carga, mientras que los aparatos de transmisión que no están implicados en la transmisión de potencia eléctrica se pueden mantener apagados, reduciendo las pérdidas eléctricas y la contaminación electromagnética. Otra ventaja de esta solución consiste en la posibilidad de alimentar simultánea e independientemente múltiples dispositivos, que pueden estar dispuestos de forma variada sobre la superficie activa antes mencionada del mismo dispositivo de alimentación. El hecho de que cada aparato de transmisión esté conectado a su propio circuito de gestión de señales y a su propio circuito de potencia, hace también que el dispositivo de alimentación sea resistente a daños localizados, los cuales, como mucho, pueden destruir un único grupo de transmisión, dejando en funcionamiento el sistema global por completo. Gracias a esta característica especial, el dispositivo de alimentación se puede realizar posiblemente en forma de una alfombrilla que se puede cortar según se desee, para proporcionarle cualquier forma útil para su uso. Por ejemplo, la alfombrilla antes mencionada se podría cortar y aplicar a un escritorio o una pared, donde se puede fijar con cualquier sistema conocido sin comprometer su funcionalidad.

De acuerdo con una forma de realización de la presente invención, el aparato de transmisión de cada grupo de transmisión puede comprender:

- por lo menos una armadura de transmisión conectada al circuito de potencia correspondiente y al circuito de gestión de señales correspondiente, y el aparato de recepción del dispositivo para ser alimentado puede comprender:
- una primera armadura de recepción adaptada para estar encarada a la armadura de transmisión de un primer grupo de transmisión con el fin de constituir una primera capacidad eléctrica,
- una segunda armadura de recepción adaptada para estar encarada a la armadura de transmisión de un segundo grupo de transmisión con el fin de constituir una segunda capacidad eléctrica.

Gracias a esta solución, se materializa un acoplamiento capacitivo eficaz que posibilita transferir potencia eléctrica entre el dispositivo de alimentación y el dispositivo para ser alimentado. Para permitir esta transferencia de potencia eléctrica, el circuito de potencia conectado a la armadura de transmisión del primer grupo de transmisión, a la que en lo sucesivo en la presente se denominará simplemente "primera armadura de transmisión", se puede excitar para aplicar a dicha armadura una onda de voltaje que tiene una frecuencia proporcional a la señal de reloj recibida por el dispositivo para ser alimentado, mientras que la armadura de transmisión del segundo grupo de transmisión, a la que en lo sucesivo en la presente se le denomina simplemente "segunda armadura de transmisión", puede referirse a un potencial de referencia (por ejemplo, tierra). De esta manera, entre la primera y la segunda capacidad de acoplamiento se materializa una diferencia de voltaje que es variable a lo largo del tiempo capaz de alimentar la carga dispuesta en el dispositivo para ser alimentado. Alternativamente, la transferencia de potencia eléctrica se puede obtener excitando el circuito de potencia de la primera armadura de transmisión para generar la onda de voltaje antes mencionada y excitando el circuito de potencia de la segunda armadura de transmisión para generar una onda de voltaje que tiene la misma frecuencia aunque desfasada con respecto a la aplicada a la primera armadura de transmisión, preferentemente una onda de voltaje en contrafase con respecto a la aplicada a la primera armadura de transmisión.

De acuerdo con un aspecto de esta forma de realización de la invención, el circuito de control del dispositivo para ser alimentado se puede conectar a la primera armadura de recepción para aplicar a dicha primera armadura de recepción la señal de reloj, y el circuito de gestión de señales de cada aparato de transmisión del dispositivo de alimentación se puede conectar a la armadura de transmisión correspondiente para recibir la señal de reloj.

De esta manera, la señal de reloj generada por el dispositivo para ser alimentado se puede captar ventajosamente a través del mismo acoplamiento capacitivo que también permite la transmisión de energía,

simplificando y optimizando el dispositivo de alimentación. En la práctica, mientras que la onda de voltaje cruza el acoplamiento capacitivo desde el dispositivo de alimentación hacia el dispositivo para ser alimentado, la señal de reloj, que en general tiene una frecuencia mucho mayor que la onda de voltaje, cruza el acoplamiento capacitivo o inverso desde el dispositivo para ser alimentado hacia el dispositivo de alimentación, donde puede usarse para controlar el circuito de potencia.

No obstante, esto no excluye la posibilidad de que, en otras formas de realización, sea posible crear un acoplamiento capacitivo independiente, a través de armaduras pequeñas dispuestas cerca de las armaduras principales, con el fin de separar las ondas de voltaje de la señal de reloj, simplificando así posibles operaciones de filtrado. La captación de la señal de reloj puede tener lugar al mismo tiempo que la generación y la aplicación de la onda de voltaje, o puede producirse durante las breves etapas en las que la generación de la onda de voltaje está suspendida y en las que, por lo tanto, no se produce transmisión de energía. En este último caso, la señal de reloj se puede usar para cargar memorias intermedias adecuadas que, durante la subsiguiente etapa de transmisión de energía, son capaces de generar una señal piloto que tiene una frecuencia proporcional a la señal de reloj previamente captada.

De acuerdo con un aspecto de la invención, el dispositivo para ser alimentado también puede comprender:

- una inductancia conectada en serie entre la primera armadura de recepción y la carga eléctrica, y
- una capacidad conectada en serie entre la primera armadura de recepción y el circuito de control.

La inductancia funciona sustancialmente como un filtro pasabajo que permite que la onda de voltaje proveniente del dispositivo de alimentación llegue a la carga eléctrica, pero evita el paso de la señal de reloj generada por el circuito de control, que, de este modo, es obligada a pasar desde el dispositivo para ser alimentado hacia el dispositivo de alimentación. Por otro lado, la capacidad funciona como un filtro pasoalto que permite que la señal de reloj llegue a la primera armadura de recepción, pero evita el paso de la onda de voltaje, que, de este modo, no puede llegar al circuito de control.

A su vez, cada grupo de transmisión del dispositivo de alimentación puede comprender una inductancia conectada en serie entre el circuito de potencia correspondiente y la armadura de transmisión correspondiente.

Esta inductancia, que funciona sustancialmente como un filtro pasabajo, permite que la onda de voltaje llegue a la armadura de transmisión, pero evita que la señal de reloj proveniente del dispositivo que se debe recargar llegue al circuito de potencia.

Otro aspecto de la invención prevé que cada grupo de transmisión del dispositivo de alimentación pueda comprender un interruptor de activación adaptado para conectar selectivamente la armadura de transmisión al circuito de potencia correspondiente y al circuito de gestión de señales correspondiente o a un potencial de referencia (por ejemplo, tierra).

En otras palabras, este interruptor de activación se puede conmutar selectivamente entre una configuración cerrada, en la que conecta la armadura de transmisión a tierra o a otro potencial de referencia, y una configuración abierta, en la que conecta la armadura de transmisión al circuito de potencia correspondiente y al circuito de gestión de señales correspondiente.

Gracias a esta solución, el interruptor de activación se puede usar ventajosamente para activar de forma automática cada grupo de transmisión en el momento en el que la armadura de transmisión correspondiente se acopla a la primera armadura de recepción de un dispositivo para ser alimentado.

Por ejemplo, el interruptor de activación se puede mantener normalmente en posición cerrada, de manera que la armadura de transmisión quede completamente aislada tanto con respecto al circuito de potencia como con respecto al circuito de gestión de señales. En esta configuración, el circuito de gestión de señales no es capaz de recibir ninguna señal de reloj ni posibles perturbaciones que pudieran provocar la activación accidental del circuito de potencia, que, de este modo, permanece completamente apagado, reduciendo el consumo de energía y la contaminación electromagnética del dispositivo de alimentación. Desde esta configuración, el interruptor se puede llevar periódicamente a la configuración abierta durante breves instantes, conectando la armadura de transmisión al circuito de potencia y al circuito de gestión de señales. Durante estos breves instantes, si la armadura de transmisión no está encarada a la primera armadura de recepción de un dispositivo que deba recargarse (es decir, no hay presencia de ningún dispositivo para ser alimentado), el circuito de gestión de señales no recibirá en ningún caso ninguna señal de reloj, de manera que el circuito de potencia permanecerá apagado y el interruptor de activación se puede llevar a la configuración cerrada. Y viceversa, si en la abertura del interruptor de activación la armadura de transmisión está encarada a la primera armadura de recepción de un dispositivo para ser alimentado, el circuito de gestión de señales recibirá automáticamente la señal de reloj y ordenará al circuito de potencia que alimente la armadura de transmisión y consecuentemente la carga. En este caso, el interruptor de activación se puede mantener en configuración abierta siempre que el circuito de gestión de señales continúe recibiendo la señal de reloj.

Según otro aspecto de la invención, cada grupo de transmisión del dispositivo de alimentación puede comprender una pluralidad de armaduras de transmisión conectadas al mismo circuito de potencia y al mismo circuito de gestión de señales.

5

Gracias a esta solución, es posible de manera ventajosa incrementar significativamente el número de armaduras de transmisión, sin un incremento excesivo de los circuitos de potencia y de gestión de señales, con lo cual los costes se mantienen bajo control. Dicha multiplicación del número de armaduras de transmisión tiene a su vez la ventaja de permitir una reducción del tamaño de cada una de ellas, que se pueden disponer por lo tanto para

10

constituir una superficie de transmisión dividida muy densamente que posibilita la obtención de un acoplamiento capacitivo muy preciso con las armaduras de recepción, permitiendo la transmisión de energía sustancialmente para cualquier posición del dispositivo para ser alimentado y reduciendo las emisiones electromagnéticas.

15

- por lo menos un elemento inductivo de transmisión conectado al circuito de potencia,

mientras que el aparato de recepción del dispositivo para ser alimentado puede comprender:

20

- por lo menos un elemento inductivo de recepción conectado a la carga eléctrica y adaptado para materializar un acoplamiento inductivo con el inductor de transmisión del dispositivo de alimentación.

25

Gracias a esta solución, la transferencia de potencia eléctrica entre el dispositivo de alimentación y el dispositivo para ser alimentado se puede llevar a cabo eficazmente de manera inductiva.

En relación con esto, debe especificarse que cada aparato de transmisión del dispositivo de alimentación podría comprender solamente elementos de transmisión del tipo inductivo (uno o más elementos de transmisión inductivo), llevando a cabo de esta manera una transmisión de potencia eléctrica puramente inductiva.

30

Alternativamente, cada aparato de transmisión del dispositivo de alimentación podría comprender solamente elementos de transmisión capacitivos (una o más armaduras de transmisión), llevando a cabo de esta manera una transmisión puramente capacitiva de potencia eléctrica.

35

Otra de las alternativas prevé finalmente que cada aparato de transmisión del dispositivo de alimentación pueda comprender tanto elementos de transmisión inductivos (uno o más elementos de transmisión inductivos) como elementos de transmisión capacitivos (una o más armaduras de transmisión), para llevar a cabo una transmisión inductiva y capacitiva híbrida de potencia eléctrica, en la que estas dos tecnologías se pueden usar de manera alternativa o simultánea para alimentar la carga dispuesta en el dispositivo para ser alimentado.

40

De acuerdo con un aspecto diferente de la invención, común para todas las formas de realización expresadas anteriormente en líneas generales, el circuito de potencia de cada grupo de transmisión puede comprender por lo menos un circuito de conmutación adaptado para recibir la señal piloto generada por el circuito de gestión de señales y para conectar, de una manera intermitente y periódica, el aparato de transmisión a un generador de voltaje, con una frecuencia igual a la frecuencia de la señal piloto.

45

Gracias a esta solución, es posible de manera ventajosa generar la onda de voltaje adaptada para alimentar la carga de una manera relativamente sencilla, racional y de muy bajo coste.

50

En el caso en el que el aparato de transmisión comprenda tanto elementos de transmisión inductivos (uno o más elementos de transmisión inductivos) como elementos de transmisión capacitivos (una o más armaduras de transmisión), el circuito de potencia correspondiente podría comprender una pluralidad de los circuitos de conmutación antes mencionados, conectados, cada uno de ellos, a por lo menos un elemento de transmisión (capacitivo o inductivo) respectivo aunque todos ellos controlados con la misma señal piloto que es generada por el circuito de gestión de señales.

55

Para obtener un rendimiento y una eficiencia elevados en la transferencia de potencia eléctrica, especialmente en el caso en el que el sistema usa un acoplamiento capacitivo, es preferible que el circuito de conmutación sea capaz de generar una onda de voltaje que tenga una frecuencia muy alta (por ejemplo, del orden de MHz, decenas de MHz o cientos MHz).

60

Una forma particularmente ventajosa de obtener este resultado consiste en usar un circuito de conmutación realizado de acuerdo con esquemas totalmente resonantes, en los que la topología del circuito y el sistema piloto posibilitan eliminar casi por completo las pérdidas dinámicas en los interruptores, con lo cual se permiten frecuencias de conmutación altas y pérdidas bajas. Una de las categorías de circuitos de conmutación que logra estos objetivos de forma ventajosa se deriva de la modificación adecuada de amplificadores de las clases D, E, F o E/F.

65

5 En relación con esto, un aspecto de la presente invención prevé que el circuito de conmutación pueda comprender un par de interruptores eléctricos conectados en serie entre un generador de voltaje y un potencial de referencia (por ejemplo, tierra), estando un nodo central conectado al aparato de transmisión comprendido entre dichos interruptores.

De esta manera, resulta posible de forma ventajosa generar la onda de voltaje simplemente activando y desactivando los dos interruptores de manera alterna a la frecuencia de la señal piloto.

10 Alternativamente, el circuito de conmutación puede comprender una inductancia (denominada bobina de choque) y un interruptor conectado en serie entre el generador de voltaje y un potencial de referencia (por ejemplo, tierra), estando comprendido entre dicha inductancia y dicho inductor un nodo central conectado eléctricamente al aparato de transmisión.

15 Gracias a esta solución es posible generar la onda de voltaje usando un único interruptor y, reduciendo, por lo tanto, los costes del sistema.

20 En ambos casos, los interruptores pueden ser interruptores activos, por ejemplo, transistores BJT e IGBT, tipo N MOSFET, tipo P MOSFET, CMOS, FET con un alto rendimiento basados en GaN, GaAs, u otros interruptores.

25 La parte resonante del circuito puede consistir eficazmente en inductores y/o capacidades, incluidos aquellos ya descritos previamente en el circuito que, por lo tanto, pueden tener la función dual de dirigir correctamente las ondas de voltaje y el reloj, manteniéndolos independientes, y de hacer que el circuito de conmutación sea resonante, mejorando la eficiencia y el rendimiento.

De acuerdo con un aspecto diferente de la invención, el circuito de gestión de señales puede comprender un filtro pasoalto para filtrar la señal de reloj.

30 De esta manera, la señal de reloj proveniente del circuito de control del dispositivo para ser alimentado se puede filtrar eficazmente eliminando posibles perturbaciones que podrían empeorar su calidad. En particular, esta medida es muy importante cuando la señal de reloj se capte a través de una armadura de transmisión de un sistema de acoplamiento capacitivo, particularmente cuando dicha captación tiene lugar al mismo tiempo que la transmisión de la potencia eléctrica, puesto que el filtro pasoalto es capaz de filtrar la señal de reloj purificándola de las perturbaciones producidas por la onda de voltaje.

35 De acuerdo con otro aspecto de la invención, el circuito de gestión de señales puede comprender un divisor de frecuencia para reducir la frecuencia de la señal de reloj. El uso de un divisor de frecuencia es útil en el caso en el que el circuito de control dispuesto en el dispositivo para ser alimentado está configurado para generar señales de reloj de muy alta frecuencia, como en el caso de la última generación de ordenadores o teléfonos móviles, cuya frecuencia en general es mayor que la frecuencia necesaria para excitar eficazmente el circuito de potencia. La ventaja de usar una frecuencia particularmente alta, reducida posteriormente por el divisor de frecuencia, consiste principalmente en sacar la frecuencia de la portadora de la señal de reloj a partir de la portadora de la señal de alimentación, con la simplificación y miniaturización consecuentes de la etapa de filtrado que puede eliminar muy fácilmente el contenido armónico vinculado a la onda de alimentación de la señal de reloj enviada al divisor de frecuencia.

40 El divisor de frecuencia antes mencionado puede comprender una cascada de puertas lógicas, como, por ejemplo, un biestable DQ, un biestable JK, un biestable T, u otros circuitos que se pueden configurar como divisores de frecuencia.

50 Como se ha mencionado anteriormente, cuando el sistema usa un acoplamiento capacitivo, la transferencia de potencia eléctrica se puede obtener excitando el circuito de potencia de la primera armadura de transmisión para generar una onda de voltaje y excitando el circuito de potencia de la segunda armadura de transmisión para generar una onda de voltaje que tiene la misma frecuencia aunque desfasada con respecto a la que se aplica a la primera armadura de transmisión, preferentemente en contrafase.

55 Para permitir esta operación, un aspecto de la presente invención en primer lugar prevé que el circuito de control del dispositivo para ser alimentado se pueda adaptar para generar y para aplicar a la segunda armadura de recepción una segunda señal de reloj.

60 De esta manera, el circuito de potencia que está conectado a la segunda armadura de transmisión también se puede activar eficazmente para aplicar a dicha segunda armadura la onda de voltaje correspondiente.

65 Puesto que la onda de voltaje aplicada a la segunda armadura de transmisión debe estar desfasada, preferentemente en contrafase, con respecto a la onda de voltaje aplicada a la primera armadura de transmisión, una de las soluciones podría ser que la segunda señal de reloj tenga la misma frecuencia pero que esté

desfasada, por ejemplo, en contrafase, con respecto a la señal de reloj que se aplica a la primera armadura de recepción.

5 No obstante, esta solución no se puede usar siempre ya que algunos divisores de frecuencia, como por ejemplo aquellos basados en una cascada de un biestable DQ, devuelven una señal de salida que tiene la misma fase idéntica, partiendo tanto de una señal de reloj predeterminada como de su negativo (es decir, de una señal de reloj de frecuencia igual aunque en contrafase), con lo cual, en ambos casos, las ondas de voltaje resultantes tendrían la misma fase, retardada simplemente en un valor igual a un periodo del reloj con frecuencia muy alta.

10 Para superar este inconveniente, una forma de realización de la presente invención prevé que el circuito de gestión de señales de cada grupo de transmisión pueda comprender:

- un módulo para generar una señal en contrafase con respecto a la señal de reloj, y
 - un módulo de control adaptado para seleccionar como señal piloto la señal de reloj o la señal en
- 15 contrafase.

Gracias a esta solución, cada circuito de gestión de señales tendrá siempre la señal de reloj proveniente del dispositivo para ser alimentado (posiblemente dividida en frecuencia) y una señal de reloj negativa (es decir, en

20 contrafase), y puede seleccionar si excitar el circuito de potencia con la señal de reloj o con su negativo, en función de si la armadura de transmisión correspondiente está encarada a la primera o la segunda armadura de recepción del dispositivo para ser alimentado.

En relación con esto, el módulo de control se puede conectar a un sensor adaptado para generar una señal de posición indicativa de la posición relativa del dispositivo para ser alimentado y se puede configurar para

25 seleccionar la señal piloto sobre la base de dicha señal de posición.

En otras palabras, el módulo de control se puede conectar a un sensor (por ejemplo basado en magnetismo, en el efecto *hall*, en campo eléctrico, en la luz, en sonido, en un transmisor RFID, NFC, una antena, o similar), activo o pasivo, que esté adaptado para interactuar con uno o más elementos de referencia dispuestos en el

30 dispositivo para ser alimentado, con el fin de generar una señal que permita que el módulo de control determine la posición relativa de una o ambas de las armaduras de recepción, interpretando qué armadura de recepción está encarada realmente a la armadura de transmisión y seleccionando consecuentemente si excitar el circuito de potencia basándose en la señal de reloj o en su negativo.

35 Alternativamente, el módulo de control se podría configurar para medir el valor de un parámetro indicativo de una magnitud característica de la señal de reloj, para comparar el valor medido con un valor de referencia de dicho parámetro y para seleccionar la señal piloto según si el valor de referencia es mayor o menor que el valor de referencia.

40 Gracias a esta solución, aplicando a las armaduras de recepción del dispositivo para ser alimentado dos señales de reloj que tienen un valor diferente con respecto a la magnitud característica antes mencionada, cada módulo de control es efectivamente capaz de interpretar automáticamente si la armadura de transmisión correspondiente está encarada a la primera o la segunda armadura de recepción, y, por lo tanto, de seleccionar adecuadamente si excitar el circuito de potencia basándose en la señal de reloj o en su negativo.

45

La magnitud característica antes mencionada se puede seleccionar por ejemplo de entre el grupo que consiste en: el ciclo de trabajo de la señal de reloj, la amplitud de la señal de reloj y la frecuencia de la señal de reloj.

50 Efectivamente estas magnitudes características tienen la ventaja de poderse discriminar incluso aguas abajo de un divisor de frecuencia.

Breve descripción de los dibujos

55 Otras características y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto a partir de la lectura de la siguiente descripción aportada como ejemplo no limitativo, con la ayuda de las figuras ilustradas en las tablas adjuntas.

La figura 1 es un esquema general de un sistema para transferir potencia eléctrica de acuerdo con la presente invención.

60 Las figuras 2, 8, 15, 20, 22, 23 y 25 muestran diferentes formas de realización del sistema de la figura 1.

Las figuras 3, 17, 19 y 27 son una vista desde por encima de una superficie activa de un dispositivo de alimentación de acuerdo con diferentes formas de realización de la presente invención.

65 Las figuras 4, 10, 14, 16, 18 y 26 muestran el diagrama de un circuito de un grupo de transmisión de potencia eléctrica de acuerdo con diferentes formas de realización de la presente invención.

Las figuras 5, 9 y 12 muestran el diagrama de un circuito de un divisor de voltaje en correspondencia con otras tantas formas de realización de la presente invención.

5 Las figuras 6 y 7 muestran los diagramas circuitales de dos posibles circuitos de conmutación para los grupos de transmisión.

Las figuras 11 y 13 muestran el esquema de un módulo de control de acuerdo con dos formas de realización diferentes de la invención.

10

Las figuras 21 y 24 muestran una vista en planta desde por debajo de una superficie de recepción de un dispositivo para ser alimentado de acuerdo con diferentes formas de realización de la invención.

Descripción detallada

15

En referencia al esquema general de la figura 1, el sistema 100 para transferir inalámbricamente potencia eléctrica comprende un dispositivo de alimentación 105 y un dispositivo para ser alimentado 110, en donde el dispositivo para ser alimentado 110 está separado y es independiente físicamente con respecto al dispositivo de alimentación 105. En otras palabras, el dispositivo para ser alimentado 110 es cualquier dispositivo que se pueda mover libremente en el espacio de manera independiente del dispositivo de alimentación 105, por ejemplo, se puede acercar y alejar del dispositivo de alimentación 105, sin ningún tipo de restricción física entre los dos dispositivos.

20

Como ejemplo, el dispositivo para ser alimentado 110 puede ser un teléfono móvil, una tableta, un ordenador, una televisión, un sistema de iluminación, por ejemplo, que use LED, un electrodoméstico, un dispositivo pizable, un dispositivo de IOT, un vehículo o cualquier otro dispositivo eléctrico/electrónico que requiera que un suministro de potencia eléctrica se ponga en funcionamiento y/o posiblemente recargue sus baterías internas.

25

El dispositivo para ser alimentado 110 comprende esquemáticamente por lo menos una carga eléctrica 115 para ser alimentada (por ejemplo, las baterías), un aparato de recepción 120 de la potencia eléctrica conectado a la carga eléctrica 115 y un circuito de control 125 que se puede alimentar con la carga eléctrica 115, el cual puede leer el voltaje y/o la corriente u otras mediciones eléctricas aplicadas a la carga eléctrica 115 y que es capaz de generar señales de reloj.

30

Las señales de reloj generadas por el circuito de control 125 son, típicamente, señales de voltaje de onda cuadrada que tienen un valor de frecuencia y un ciclo de trabajo predeterminados. En particular, dichas señales de reloj pueden ser de frecuencia alta/muy alta, por ejemplo, del orden de cientos de MHz o incluso GHz.

35

El dispositivo para ser alimentado 110 también puede comprender posiblemente un rectificador 130, que está conectado en serie entre el aparato de recepción 120 y la carga eléctrica 115, para poder transformar un voltaje alterno aplicado al aparato de recepción 120 en un voltaje continuo útil para alimentar la carga eléctrica 115.

40

El dispositivo de alimentación 105 comprende una pluralidad de grupos de transmisión 135 de la potencia eléctrica, que pueden ser alimentados por un generador de voltaje 140.

45

Debe especificarse inmediatamente que el generador de voltaje 140 debe considerarse por la presente con el significado de cualquier dispositivo eléctrico capaz de generar una diferencia de potencial eléctrico (voltaje) que permanece sustancialmente constante a lo largo del tiempo. Por lo tanto, un dispositivo de este tipo podría ser un dispositivo adaptado para generar directamente un voltaje constante sobre el mismo, como, por ejemplo, una batería eléctrica, aunque también podría ser un rectificador adaptado para transformar un voltaje alterno, por ejemplo proveniente de una red de distribución eléctrica doméstica normal, en un voltaje continuo, o podría ser un convertor de DC/DC adaptado para transformar un voltaje continuo inicial en el voltaje adecuado adaptado para alimentar los grupos de transmisión 135.

50

Cada grupo de transmisión 135 comprende esquemáticamente un aparato de transmisión 145 de la potencia eléctrica, un circuito de gestión de señales 150 y un circuito de potencia 155.

55

En general, el aparato de transmisión 145 es un aparato capaz de materializar un acoplamiento eléctrico no conductor, por ejemplo, inductivo, capacitivo o inductivo y capacitivo híbrido, con el aparato de recepción 120 del dispositivo para ser alimentado 110.

60

El circuito de gestión de señales 150 es en general un circuito adaptado para recibir una señal de reloj generada por el circuito de control 125 del dispositivo para ser alimentado 110 y para generar una señal piloto que tiene una frecuencia proporcional a la frecuencia de la señal de reloj recibida.

65

La señal piloto también puede ser una señal de voltaje de onda cuadrada que tiene un valor de frecuencia y un

ciclo de trabajo predeterminados. La señal piloto también puede tener una frecuencia muy alta, por ejemplo, del orden de MHz, decenas de MHz o cientos de MHz.

5 El circuito de potencia 155 es finalmente un circuito adaptado para recibir la señal piloto generada por el circuito de gestión de señales 150 y para aplicar al aparato de transmisión 145 una onda de voltaje que es variable de manera periódica a lo largo del tiempo con una frecuencia igual a la frecuencia de la señal piloto y con una amplitud suficiente para proporcionar la potencia eléctrica necesaria para alimentar eficazmente la carga eléctrica 115.

10 Una onda de voltaje de este tipo se obtiene generalmente por medio del circuito de potencia 155 conectando el aparato de transmisión 145 correspondiente al generador de voltaje 140 de una manera intermitente y periódica, con una frecuencia igual a la frecuencia de la señal piloto.

15 De esta manera, gracias al acoplamiento eléctrico y/o magnético que se materializa entre el aparato de transmisión 145 y el aparato de recepción 120, la onda de voltaje es capaz de llegar a la carga eléctrica 115 y de alimentarla, sin necesidad de ninguna conexión eléctrica conductora entre el dispositivo de alimentación 105 y el dispositivo para ser alimentado 110.

20 Gracias a los múltiples grupos de transmisión 135, esta transmisión de potencia eléctrica puede ser obtenida para diferentes posiciones relativas del dispositivo para ser alimentado 110 con respecto al dispositivo de alimentación 105. En particular, es posible disponer los aparatos de transmisión 145 de los diferentes grupos de transmisión 135 de acuerdo con una distribución matricial, materializando una superficie activa 160 en el dispositivo de alimentación 105, sobre la cual se puede apoyar el dispositivo para ser alimentado 110 en múltiples posiciones y diferentes orientaciones, en cada una de las cuales los aparatos de transmisión 145 que están cerca del dispositivo para ser alimentado 110 serán capaces de alimentar eficazmente la carga eléctrica 115, mientras que los aparatos de transmisión 145 que están implicados en la transmisión de potencia eléctrica se pueden mantener apagados, reduciendo las pérdidas eléctricas y la contaminación electromagnética.

30 Otra ventaja de esta solución consiste en la posibilidad de alimentar simultáneamente múltiples dispositivos 110, que se pueden disponer de manera diversa sobre la superficie activa 160 antes mencionada del dispositivo de alimentación 105.

35 El hecho de que cada aparato de transmisión 145 esté conectado a su propio circuito de gestión de señales 150 y a su propio circuito de potencia 155, también hace que el dispositivo de alimentación 105 sea resistente a daños localizados, que como mucho pueden destruir un único grupo de transmisión 135, dejando completamente operativo el sistema global.

40 Gracias a esta característica especial, el dispositivo de alimentación 105 se puede materializar posiblemente en forma de una alfombrilla u hoja que se puede cortar según se desee, para conferirle cualquier forma adecuada para el uso. Por ejemplo, la alfombrilla u hoja antes mencionada se puede cortar y aplicar sobre un escritorio o en una pared, donde la misma también se puede perforar para dejar espacio para tornillos u otros sistemas de fijación por ejemplo de aparatos de televisión, soportes, bastidores y dispositivos de iluminación sin comprometer su funcionalidad.

45 Además de las ventajas antes mencionadas, puesto que la excitación de cada circuito de potencia 155 se obtiene siempre aprovechando la señal de reloj generada por el circuito de control 125 dispuesto en el dispositivo para ser alimentado 110, no es necesario equipar el dispositivo de alimentación 105 con ningún otro generador de la señal de reloj (por ejemplo, oscilador).

50 Esta última característica, junto con el hecho de que el dispositivo para ser alimentado 110 (por ejemplo, teléfono móvil, tableta u ordenador) ya está en general equipado con un circuito de control 125 adaptado para generar señales de reloj de alta frecuencia para su funcionamiento, da como resultado claramente una reducción drástica de los costes necesarios para la implementación de la tecnología de transmisión de energía inalámbrica. De hecho, no es necesario equipar cada grupo de transmisión 135 con su propio circuito de generación del reloj, igual que no es necesario disponer de un sistema de comunicación complicado que se use para determinar qué grupos de transmisión 135 activar y cuáles dejar apagados. De hecho, el sistema propuesto reduce los costes de cada grupo de transmisión 135 y al mismo tiempo garantiza una forma sencilla de activar solamente los grupos de transmisión 135 dispuestos cerca de dispositivos destinados a ser alimentados 110.

60 Partiendo de este esquema general, en la figura 2 se ilustra una primera forma de realización del sistema 100 y la misma prevé que el aparato de transmisión 145 de cada grupo de transmisión 135 pueda comprender por lo menos una armadura de transmisión 165, que se puede conectar al circuito de potencia 155 correspondiente mediante una rama eléctrica 170 adecuada.

65 La armadura de transmisión 165 se puede realizar, por ejemplo, a partir de una placa, una lámina, una hoja o a partir de cualquier otro formato de material conductor. La armadura de transmisión 165 puede tener forma, por

ejemplo, rectangular o cuadrada, sin que, por este motivo, se excluyan otras formas, por ejemplo, triangular, circular, hexagonal u otras.

5 Las armaduras de transmisión 165 de los diversos grupos de transmisión 135 se pueden disponer uno junto con otra, por ejemplo, coplanarias, para definir globalmente la superficie activa 160 antes mencionada, que puede tener cualquier forma y tamaño en función de los requisitos.

10 En particular, las armaduras de transmisión 165 pueden estar sustancialmente niveladas con la superficie activa 160, posiblemente cubiertas por una capa, preferentemente delgada, de material dieléctrico.

15 Las armaduras de transmisión 165 también se pueden disponer recíprocamente en el espacio de una manera más o menos regular, adyacentes o alejadas entre sí. Por ejemplo, las armaduras de transmisión 165 se pueden disponer de acuerdo con una distribución unidimensional, es decir, alineadas entre sí para formar una única fila, o se pueden distribuir en muchas dimensiones, por ejemplo, de acuerdo con una estructura matricial, en donde las armaduras de transmisión 165 están alineadas en filas y columnas sustancialmente como los nodos de una matriz, tal como se ilustra por ejemplo en la figura 3.

20 Tal como ya se ha mencionado, las armaduras de transmisión 165 pueden tener diversos tamaños y/o formas geométricas. En particular, la forma y/o el tamaño de las armaduras de transmisión 165 pueden variar tanto entre diferentes modelos del dispositivo de alimentación 105 como dentro del mismo modelo de dispositivo de alimentación 105. Las armaduras de transmisión 165 se pueden posicionar en un soporte rígido o flexible, blando o duro, plano o no plano, de cualquier forma, grosor o tamaño. Por ejemplo, las armaduras de transmisión 165 se pueden materializar aplicando láminas conductoras sobre un sustrato dieléctrico grueso o delgado, o encajonando dichas láminas conductoras entre dos capas de material dieléctrico, o adicionalmente modificando las propiedades eléctricas de un material no conductor para que se convierta en localmente conductor.

25 Para acoplarse eléctricamente a los grupos de transmisión 135 expuestos anteriormente en líneas generales, el aparato de recepción 120 del dispositivo para ser alimentado 110 puede comprender por lo menos un par de armaduras de recepción, que incluyen una primera armadura de recepción 175 y una segunda armadura de recepción 180.

30 Las armaduras de recepción 175 y 180 están conectadas a la carga eléctrica 115 a través de una rama eléctrica respectiva, indicada respectivamente con las referencias 185 y 190, que puede quedar interceptada por el rectificador 130.

35 Las armaduras de recepción 175 y 180 también se pueden realizar como placas, láminas, hojas u otro formato de material conductor y en general tienen unas dimensiones mucho mayores que las armaduras de transmisión 165. Posiblemente, cada armadura de recepción 175 y 180 se puede realizar a partir de muchas placas de dimensión reducida, conectadas adecuadamente entre sí, por ejemplo, para minimizar problemas de contaminación electromagnética. Las armaduras de recepción 175 y 180 se pueden disponer una junto a otra, por ejemplo, coplanarias, para definir globalmente en el dispositivo para ser alimentado 110 una superficie de recepción 195 que tenga una forma que se corresponda con la superficie activa 160 del dispositivo de alimentación 105. Las armaduras de recepción 175 y 180 están posicionadas sustancialmente a nivel con la superficie de recepción 195, posiblemente cubiertas con una capa dieléctrica de grosor preferentemente delgado. El tamaño y/o la forma de las armaduras de recepción 175 y 180 pueden ser diferentes tanto para diferentes dispositivos destinados a ser alimentados 110 como dentro de cada dispositivo único para ser alimentado 110, por ejemplo, en función del tamaño del dispositivo, las restricciones geométricas presentes en el propio dispositivo y la energía necesaria para el funcionamiento correcto del propio dispositivo.

40 Lo que es importante es que la forma, el tamaño y la disposición de las armaduras de recepción 175 y 180 en el dispositivo para ser alimentado 110 y el número, la forma, el tamaño y la disposición de las armaduras de transmisión 165 en el dispositivo de alimentación 105, sean tales que, apoyando o acercando la superficie de recepción 195 del dispositivo para ser alimentado 110 hacia la superficie activa 160 del dispositivo de alimentación 105, la primera armadura de recepción 175 quede encarada a la armadura de transmisión 165 de por lo menos un primer grupo de transmisión 135, y la segunda armadura de recepción 180 quede encarada a la armadura de transmisión 165 de un segundo grupo de transmisión 135, para múltiples posiciones y/u orientaciones relativas del dispositivo para ser alimentado 110 con respecto al dispositivo de alimentación 105, preferentemente para cualquier posición y/u orientación del dispositivo para ser alimentado 110.

45 De esta manera, en todas las posiciones y/u orientación antes mencionadas del dispositivo para ser alimentado 110, la primera y la segunda armadura de recepción 175 y 180, junto con las armaduras de transmisión 165 que están encaradas a ellas, materializarán al menos un par de capacidades eléctricas que constituyen impedancias adaptadas para obtener una conexión inalámbrica capacitiva entre el dispositivo de alimentación 105 y el dispositivo para ser alimentado 110.

50 Para permitir una transferencia de potencia eléctrica a través de este acoplamiento capacitivo, los circuitos de

potencia 155 conectados a las armaduras de transmisión 165 que están encaradas a la primera armadura de recepción 175 se pueden excitar para aplicar a dichas armaduras una onda de voltaje que tiene una frecuencia proporcional a la señal de reloj recibida del dispositivo para ser alimentado 110, mientras que las armaduras de transmisión 165 que están encaradas a la segunda armadura de recepción 180 pueden referirse a un potencial de referencia (por ejemplo, tierra).

De esta manera, entre la primera y la segunda capacidad de acoplamiento se materializa una diferencia de voltaje que es variable a lo largo del tiempo y capaz de alimentar la carga eléctrica 115 dispuesta en el dispositivo para ser alimentado 110.

De acuerdo con esta solución, es por lo tanto suficiente con que el circuito de control 125 del dispositivo para ser alimentado genere y transmita al dispositivo de alimentación 105 una única señal de reloj.

Esta señal de reloj puede ser recibida por los circuitos de gestión de señales 150 conectados a las armaduras de transmisión 165 que están encaradas a la primera armadura de recepción 175 a través de cualquier sistema de comunicación no conductor entre los dos circuitos, por ejemplo, de manera inductiva, posiblemente usando una pequeña antena independiente.

De acuerdo con un aspecto preferido del sistema, el circuito de control 125 del dispositivo para ser alimentado 110 puede, sin embargo, aplicar la señal de reloj directamente a la primera armadura de recepción 175, y cada circuito de gestión de señales 150 puede recibir la señal de reloj directamente de la armadura de transmisión 165 correspondiente.

En particular, el circuito de control 125 puede aplicar la señal de reloj a la rama eléctrica 185 que conecta la primera armadura de recepción 175 a la carga eléctrica 115, por ejemplo, a través de una rama eléctrica 200 que fluye conjuntamente en un nodo de conexión comprendido entre la primera armadura de recepción 175 y el rectificador 130 (en caso de que esté presente).

Una inductancia 205, típicamente de un valor elevado (por ejemplo del orden de decenas o cientos de nH), se puede conectar en serie a lo largo de la rama eléctrica 185 entre el nodo de conexión antes mencionado del circuito de control 125 y la carga eléctrica 115, por ejemplo entre el nodo de conexión y el rectificador 130, que permita que la onda de voltaje proveniente del dispositivo de alimentación 105 llegue a la carga eléctrica 115 pero evita el paso de la señal de reloj generada por el circuito de control 125 que, de este modo, es obligada a pasar del dispositivo para ser alimentado 110 hacia el dispositivo de alimentación 105.

También se puede conectar en serie a lo largo de la rama eléctrica 200 una capacidad eléctrica 210, típicamente de un valor pequeño (por ejemplo, del orden de decenas o cientos de pF), entre el nodo de conexión y el circuito de control 125, que permita que la señal de reloj llegue a la primera armadura de recepción 175 pero evite el paso de la onda de voltaje que, de este modo, no puede llegar al circuito de control 125.

En el dispositivo para ser alimentado 110 puede haber finalmente una tercera armadura 211 conectada a un potencial de referencia (por ejemplo, tierra), que sea útil para crear un trayecto de baja impedancia entre las tierras de los circuitos dispuestos en el dispositivo para ser alimentado 110 y las tierras de los circuitos dispuestos en el dispositivo de alimentación 105, por lo menos a las frecuencias de transmisión de la señal de reloj.

Tal como se ilustra de forma más detallada en la figura 4, el circuito de gestión de señales 150 de cada grupo de transmisión 135 se puede adaptar para captar la señal de reloj de la rama eléctrica 170 que conecta el circuito de potencia 155 a la armadura de transmisión 165, por ejemplo, a través de una rama eléctrica 215 que se ramifica directamente desde dicha rama eléctrica 170.

A lo largo de la rama eléctrica 170 entre el circuito de potencia 155 y el nodo desde el cual se ramifica la rama eléctrica 215 se puede posicionar una inductancia 220 que puede tener un valor suficientemente alto (por ejemplo del orden de decenas de nH o cientos de nH) para evitar que la señal de reloj proveniente del circuito de control 125 dispuesto en el dispositivo para ser alimentado 110 pueda interactuar con el circuito de potencia 155, permitiendo que la onda de voltaje pase hacia la armadura de transmisión 165.

De esta manera, la señal de reloj generada por el dispositivo para ser alimentado 110 puede ser captada ventajosamente por el circuito de gestión de señales 150 a partir de las armaduras de transmisión 165 que están encaradas a la primera armadura de recepción 175 a través del mismo acoplamiento capacitivo que permite también la transferencia de energía, simplificando y optimizando el dispositivo de alimentación 105.

Por lo tanto, se puede hacer que cada una de estas armaduras de transmisión 165 tenga aplicada en ella la onda de voltaje adaptada para transferir energía a la carga eléctrica 115, mientras que la totalidad del resto de armaduras de transmisión 165 del dispositivo de alimentación 105 permanecerán apagadas o referidas a un potencial de referencia (por ejemplo, tierra).

5 En relación con esto, cada grupo de transmisión 135 puede comprender un interruptor de activación 225 dispuesto a lo largo de la rama eléctrica 170 entre el circuito de gestión de señales 150 y la armadura de transmisión 165, que esté adaptado para conectar selectivamente la armadura de transmisión 165 al circuito de potencia 155 correspondiente y al circuito de gestión de señales 150 correspondiente o a un potencial de referencia (por ejemplo, tierra).

10 En otras palabras, el interruptor de activación 225 se puede conmutar selectivamente entre una configuración cerrada, donde conecta la armadura de transmisión 165 a una rama eléctrica 230 referida a tierra o a otro potencial de referencia, y una configuración abierta, en la que conecta la armadura de transmisión 165 a la rama eléctrica 170 que conecta con el circuito de potencia 155 correspondiente y con el circuito de gestión de señales 150 correspondiente.

15 En la rama eléctrica 230 se puede posicionar una capacidad eléctrica 235, por ejemplo, para crear una conexión de tierra entre los circuitos de datos dispuestos en el dispositivo de alimentación 105 y en el dispositivo para ser alimentado 110.

20 Gracias a esta solución, el interruptor de activación 225 puede ser usado ventajosamente por un circuito de control del dispositivo de alimentación 105 para activar automáticamente cada grupo de transmisión 135 en el momento en el que la armadura de transmisión 165 correspondiente se acople a la primera armadura de recepción 175 de un dispositivo para ser alimentado 110.

25 Por ejemplo, el interruptor de activación 225 de cada grupo de transmisión 135 se puede mantener normalmente en posición cerrada, de manera que la armadura de transmisión 165 quede completamente aislada tanto con respecto al circuito de potencia 155 como con respecto al circuito de gestión de señales 150. En esta configuración, el circuito de gestión de señales 150 no puede recibir ninguna señal de reloj ni posibles perturbaciones que pudieran provocar la activación accidental del circuito de potencia 155, que por lo tanto permanece completamente apagado, reduciendo el consumo de energía y la contaminación electromagnética del dispositivo de alimentación, y, al mismo tiempo, garantizando una conexión de las señales entre las tierras del circuito de transmisión 105 y el dispositivo para ser alimentado 110.

35 Partiendo de esta configuración, el interruptor de activación 225 se puede llevar periódicamente a la configuración abierta durante breves instantes, por ejemplo, con la ayuda de un temporizador o de un contador adecuado, conectando la armadura de transmisión 165 al circuito de potencia 155 y al circuito de gestión de señales 150. Durante estos breves instantes, si la armadura de transmisión 165 no está encarada a la primera armadura de recepción 175 del dispositivo para ser alimentado 110, el circuito de gestión de señales 150 no recibirá en ningún caso ninguna señal de reloj, de manera que el circuito de potencia 155 permanecerá apagado y el interruptor de activación 225 se puede llevar de vuelta a la configuración cerrada. Viceversa, si en la abertura del interruptor de activación 225 la armadura de transmisión 165 está encarada a la primera armadura de recepción 175 del dispositivo para ser alimentado 110, el circuito de gestión de señales 150 recibirá automáticamente la señal de reloj y ordenará al circuito de potencia 155 que alimente la armadura de transmisión 165 y, consecuentemente, la carga eléctrica 115. En este caso, el interruptor de activación 225 se puede mantener en configuración abierta siempre que el circuito de gestión de señales 150 continúe recibiendo la señal de reloj.

45 Al mismo tiempo, los interruptores de activación 225 conectados a las armaduras de transmisión 165 que están encaradas a la segunda armadura de recepción 180 del dispositivo para ser alimentado 110 permanecerán siempre en configuración cerrada puesto que el circuito de gestión de señales 150 correspondiente no reciben nunca ninguna señal de reloj, manteniendo la segunda armadura de transmisión 165 conectada al potencial de referencia (por ejemplo, tierra).

50 De acuerdo con una forma de realización del sistema 100, la generación de la señal de reloj por parte del circuito de control 125 del dispositivo para ser alimentado 110, y, por lo tanto, su captación por parte del circuito de gestión de señales 150, puede tener lugar durante breves etapas en las que la generación de la onda de voltaje se suspende temporalmente y en las que por lo tanto no se produce transmisión de energía. En este caso, la señal de reloj se puede usar para cargar las memorias intermedias adecuadas (no ilustradas) que, durante la etapa subsiguiente de transmisión de energía, son capaces de generar la señal piloto necesaria para excitar el circuito de potencia 155.

60 En otras palabras, es posible aprovechar tiempos de reposo, que tienen tendencia a ser breves, durante los cuales el circuito de potencia 155 se mantiene apagado para permitir el almacenamiento de la señal de reloj en las memorias intermedias, las cuales se usan posteriormente para generar la señal piloto en la etapa de transmisión de energía sucesiva, tras cuya finalización se apaga nuevamente el circuito de potencia 155 para regenerar la señal de control. La necesidad de regenerar la señal de control se deriva de la precisión con la que se garantiza la constancia de la fase de las señales, ya que todas las armaduras de transmisión 165 encaradas a la primera armadura de recepción 175 deben transmitir ondas de energía en fase mutua con el fin de evitar

funcionamientos defectuosos o pérdidas de energía y/o eficiencia.

Esta medida simplifica el diseño de los circuitos de gestión de señales 150, y de posibles etapas de filtrado, ya que no se produce ninguna interferencia entre la señal de reloj y la onda de voltaje. Por otro lado, este planteamiento no permite la transmisión simultánea de datos (datos de control, aunque también datos que pueden ser usados por el usuario con otros fines, por ejemplo, para compartir música, vídeos, archivos u otros entre muchos dispositivos próximos al plano de transmisión) y energía, y requiere además memorias intermedias, incrementa la latencia y reduce la banda de paso máxima teórica del sistema.

Por este motivo, una forma de realización preferida del sistema 100 prevé que la generación y la captación de la señal de reloj tenga lugar al mismo tiempo que la generación y la aplicación de la onda de voltaje.

En este caso, el circuito de gestión de señales 150 de cada grupo de transmisión 135 comprende, preferentemente, un filtro 240 dispuesto en la rama eléctrica 215 conectado directamente con la armadura de transmisión 165, que está adaptado para filtrar la señal de reloj.

En particular, el filtro 240 puede tener una característica de pasoalto (por ejemplo, decenas o cientos de MHz), capaz de bloquear o atenuar considerablemente la onda de energía, dejando pasar por otro lado la señal de reloj proveniente del circuito de control 125 dispuesto en el dispositivo para ser alimentado 110.

El filtro 240 también puede tener una característica adecuada de corte bajo o corte de banda para atenuar adicionalmente la onda de energía generada por el circuito de potencia.

Debe ponerse énfasis en que el filtro 240 constituye una parte esencial del sistema 100 si se deben transmitir simultáneamente datos y energía a través del acoplamiento capacitivo. En este caso, para simplificar el filtro 240 puede resultar adecuado distanciar las frecuencias de la señal de reloj y del armónico fundamental de la onda de voltaje al máximo posible.

En algunas formas de realización, el filtro 240 puede ser un filtro de un orden superior al primero, como, por ejemplo, un filtro de Bessel, de Chebyshev, de Butterworth, Elíptico, de Chebyshev inverso u otros filtros adecuados destinados a atenuar al máximo posible la contribución de la onda de voltaje con el fin de obtener una señal de reloj a partir del dispositivo para ser alimentado 110 y que sea lo más limpia posible.

Aguas abajo del filtro 240, el circuito de gestión de señales 150 también puede comprender un divisor de frecuencia 245 adecuado adaptado para reducir la frecuencia de la señal de reloj.

El uso de este reductor de frecuencia 245 es particularmente útil en caso de que el circuito de control 125 dispuesto en el dispositivo para ser alimentado 110 esté configurado para generar señales de reloj de muy alta frecuencia, como en el caso de la última generación de ordenadores o teléfonos móviles, cuya latencia es en general mayor que la frecuencia necesaria para excitar eficazmente el circuito de potencia 155. Esto también hace que resulte posible simplificar sustancialmente el filtro 240, puesto que las frecuencias de la etapa de alimentación y de la señal de reloj están muy separadas entre sí, y, por lo tanto, es sencillo con un simple filtro pasoalto (por ejemplo, una capacidad de unos pocos pF) conseguir que llegue al divisor de frecuencia 245 solamente la señal de reloj de frecuencia muy alta.

Tal como se ilustra en la figura 5, el divisor de frecuencia 245 puede comprender una cascada de puertas lógicas, como por ejemplo biestables DQ, cada uno de los cuales posee una entrada para los datos (D), dos salidas complementarias (Q, Q') y una entrada de sincronización (CLK).

En referencia por ejemplo al uso de biestables DQ, estos biestables se pueden conectar entre sí de manera que la señal de reloj "original", es decir, la de la salida del filtro 240, entre en la entrada de sincronización del primer biestable DQ. La señal Q', negativa de la señal de salida Q, del primer biestable DQ se conecta a la puerta de entrada D del mismo biestable DQ, mientras que la señal de salida Q se conecta a la puerta de sincronización CLK del siguiente biestable DQ, y así sucesivamente.

Debe señalarse que el primer biestable DQ de la cascada modifica el ciclo de trabajo de la señal de reloj "original", proporcionando en la salida una nueva señal de reloj de onda cuadrada con un ciclo de trabajo igual al 50% con independencia del ciclo de trabajo de la señal de reloj "original".

De esta manera, la salida Q de cada biestable DQ de la cascada es una señal de reloj de onda cuadrada que tiene un ciclo de trabajo igual al 50% y una frecuencia que se reduce a la mitad con respecto a la señal de reloj recibida en la entrada.

Por lo tanto, seleccionando adecuadamente el número de biestables DQ de la cascada es posible dividir la frecuencia de la señal de reloj "original" con el fin de obtener, en la salida del divisor de frecuencia 245, una señal de reloj que se puede usar eficazmente como señal piloto del circuito de potencia 155.

- 5 No obstante, esto no excluye la posibilidad de que, en otras formas de realización, el divisor de frecuencia 245 se pueda basar en biestables JK, biestables T, u otros circuitos que se puedan configurar como divisores de frecuencia. Por lo que respecta al circuito de potencia 155 de cada grupo de transmisión 135, este circuito puede comprender por lo menos un circuito de conmutación 250 (véanse las figs. 6 y 7) adaptado para recibir la señal piloto generada por el circuito de gestión de señales 150 correspondiente, en este caso la señal de la salida del divisor de frecuencia 245, y para conectar de manera intermitente y periódica la armadura de transmisión 165 correspondiente al generador de voltaje 140, con una frecuencia igual a la frecuencia de la señal piloto.
- 10 Para obtener un rendimiento y una eficiencia elevados en la transferencia de potencia eléctrica, es preferible que el circuito de conmutación 250 sea capaz de generar una onda de voltaje que tenga una frecuencia muy alta (por ejemplo, del orden de MHz, decenas de MHz o cientos de MHz) y una amplitud suficiente para alimentar la carga eléctrica 115.
- 15 Una forma particularmente ventajosa de obtener este resultado consiste en usar un circuito de conmutación 250 realizado de acuerdo con esquemas de conmutación suave, cuasi resonantes o totalmente resonantes, en los que la topología del circuito y el sistema de excitación hacen posible que se eliminen casi por completo las pérdidas dinámicas en los interruptores, con lo cual se permiten altas frecuencias de conmutación 250 y pérdidas bajas. Una de las categorías de circuitos de conmutación 250 que logra ventajosamente estos objetos se deriva de la modificación adecuada de amplificadores de la clase D, E, F o E/F.
- 20 Como ejemplo, el circuito de conmutación 250 puede comprender un par de interruptores 255 y 260 conectados en serie entre el generador de voltaje 140 y un potencial de referencia (por ejemplo, tierra), según se ilustra en el esquema de la figura 6.
- 25 En particular, el primer interruptor 255 está conectado al generador de voltaje 140 mientras que el segundo interruptor 260 está conectado al potencial de referencia (evidentemente diferente del de generador de voltaje 140), por ejemplo, al potencial de tierra.
- 30 Entre el primer y el segundo interruptor 255 y 260 hay un nodo central 265, el cual está conectado a la armadura de transmisión 165 correspondiente a través de la rama eléctrica 170.
- Este par de interruptores 255 y 260 constituye esencialmente unos medios de puente H usados para generar la banda de voltaje de alta frecuencia que alimenta la armadura de transmisión 165.
- 35 El par de interruptores 255 y 260 puede ser, por ejemplo, un par de transistores BJT o IGBT, tipo N MOSFET, tipo P MOSFET, un par CMOS, FET de alto rendimiento basados en GaN, GaAs, u otro interruptor.
- 40 De esta manera resulta ventajosamente posible generar la onda de voltaje simplemente activando y desactivando los dos interruptores 255 y 260 de manera alterna a la frecuencia de la señal piloto.
- 45 Para controlar los dos interruptores (por ejemplo, MOSFET) puede que sea necesario disponer de un excitador 270 adecuado que, recibiendo la señal piloto en la salida del circuito de gestión de señales 150, convierta dicha señal en ondas adecuadas (típicamente amplificadas en voltaje y/o corriente) apropiadas para activar y desactivar de manera alternada los dos interruptores típicamente de alta frecuencia.
- 50 Si el sistema, que comprende los elementos reactivos distribuidos en el circuito tales como la inductancia 220, la capacidad consistente en las armaduras 165 situadas cerca de las armaduras 175, la inductancia 205 y otros posibles elementos reactivos insertados en el sistema para una sintonización adecuada del circuito, se sintoniza de manera que el sistema total constituya un resonador LC en serie o paralelo, entonces el circuito total puede ser como un circuito resonante del tipo Conmutación a Voltaje Cero (ZVS) o Conmutación a Corriente Cero (ZCS), que sustancialmente limita las pérdidas y permite aumentos sustanciales de la frecuencia de funcionamiento, con lo cual se garantizan unos costes bajos y un volumen reducido del circuito y una alta densidad de potencia transmitida.
- 55 Se puede apuntar a este objetivo con una red de adaptación adecuada en la rama eléctrica de transmisión 170, posiblemente con la adición de otros elementos reactivos.
- 60 No obstante, este tipo de circuito de conmutación 250 queda penalizado por la presencia de dos interruptores 255 y 260, que trabajan típicamente a una alta frecuencia. De estos interruptores, el interruptor 255 es el más crítico, ya que típicamente está referido a un nodo de voltaje y, por lo tanto, necesita un circuito de arranque (*bootstrap*) que no es muy funcional y es caro a altas frecuencias. Alternativamente, el primer interruptor 255 puede consistir, por ejemplo, en un P-MOS, aunque en este caso el rendimiento es típicamente inferior y el área ocupada por el P-MOS es mayor que un N-MOS de rendimiento análogo.
- 65 Para evitar este inconveniente y simplificar de manera adicional el sistema 100 (véase la fig. 7), el circuito de

conmutación 250 puede comprender una inductancia 275 (denominada bobina de choque) y un interruptor 280 conectado en serie entre el generador de voltaje 140 y el potencial de referencia (por ejemplo, tierra), en donde la inductancia está conectada directamente al generador de voltaje 140 mientras que el interruptor 280 está conectado al potencial de referencia.

5 En la práctica, la inductancia 275 sustituye el primer interruptor 255 de la forma de realización previa.

También en este caso, el interruptor 280 puede ser, por ejemplo, un transistor BJT o IGBT, tipo N MOSFET, tipo P MOSFET, CMOS, FET de alto rendimiento basado en GaN, GaAs, u otro interruptor.

10 Entre dicha inductancia 275 y el inductor 280 está comprendido un nodo central 285, el cual está conectado a la armadura de transmisión 165 a través de la rama eléctrica 170 en la cual puede estar presente la inductancia 220.

15 En paralelo con el interruptor 280 se puede introducir además una capacidad 290 de valor adecuado, la cual también puede consistir totalmente o en parte en la capacidad parásita del interruptor 280.

20 De esta manera, es posible ventajosamente generar la onda de voltaje simplemente activando y desactivando el interruptor 280 único a la frecuencia de la señal piloto.

Para controlar el interruptor, puede que sea necesario disponer de un excitador 295 adecuado que, recibiendo la señal piloto en la salida del circuito de gestión de señales 150, convierta dicha señal en una onda adecuada apropiada para activar y desactivar el interruptor 280 a una frecuencia elevada.

25 Esta segunda implementación del circuito de conmutación 250, si está sintonizada adecuadamente, puede constituir un circuito de ZVS o ZCS que es particularmente eficiente, caracterizado, por lo tanto, por pérdidas extremadamente limitadas y sencillo de excitar incluso a frecuencias muy altas.

30 Debe ponerse énfasis en cómo ambos circuitos de conmutación propuestos anteriormente se diferencian del amplificador clásico por ejemplo en la clase D (posiblemente resonante) o la clase E o F, ya que, en esta implementación, hay presencia de múltiples circuitos de conmutación 250 en paralelo, conectados, cada uno de ellos, a una armadura de transmisión 165 correspondiente, posiblemente a través de una inductancia 220.

35 Por lo tanto, el modelado analítico y el dimensionado del circuito propuesto difieren sustancialmente con respecto a los esquemas conocidos, al tiempo que reproduciendo todavía globalmente los efectos positivos (y, en particular, las bajas pérdidas y las altas frecuencias típicas de esquemas resonantes).

40 Las implementaciones propuestas tienen ventajas sustanciales con respecto al estado de la técnica y, en particular, son particularmente eficientes ya que aprovechan las arquitecturas que, aunque se diferencian de los amplificadores conocidos de la clase E o F u otros circuitos resonantes de ZVS o ZCS conocidos, en cualquier caso, permite transiciones de activación a desactivación y viceversa de los interruptores sustancialmente sin pérdidas o con pérdidas extremadamente limitadas.

45 La presencia de múltiples circuitos de conmutación 250 en paralelo constituye una ventaja adicional ya que la energía de salida se divide entre múltiples interruptores, por ejemplo, tipo N MOSFET, cada uno de los cuales gestiona, por lo tanto, solamente una fracción de la energía total, con lo cual pueden ser de un tamaño menor y, de este modo, por ejemplo más sencillos de integrar en un circuito integrado, y más sencillos de llevar a altas frecuencias de funcionamiento, útiles para maximizar la energía transmitida por el sistema inalámbrico propuesto, al mismo tiempo que se miniaturizan los elementos reactivos.

50 Cuando el sistema usa un acoplamiento capacitivo, también puede obtenerse la transferencia de potencia eléctrica hacia la carga eléctrica 115, de una manera alternativa con respecto a lo descrito anteriormente, por ejemplo aplicando a las armaduras de transmisión 165 que están encaradas a la primera armadura de recepción 175 una onda de voltaje predeterminada, y, al mismo tiempo, aplicando a las armaduras de transmisión que están encaradas a la segunda armadura de recepción 180 una onda de voltaje que tiene la misma frecuencia aunque desfasada con respecto a la otra, preferentemente en contrafase.

55 Para alcanzar este funcionamiento, el sistema 100 descrito anteriormente se puede modificar según se indica a continuación en la presente, manteniendo la totalidad del resto de características sustancialmente invariables.

60 En particular, tal como se ilustra en el diagrama circuital de la figura 8, está previsto que el circuito de control 125 del dispositivo para ser alimentado 110 pueda adaptarse para generar y para aplicar a la segunda armadura de recepción 180 una segunda señal de reloj.

65 Por ejemplo, el circuito de control 125 puede aplicar la segunda señal de reloj a la rama eléctrica 190 que conecta la segunda armadura de recepción 180 con la carga eléctrica 115, por ejemplo, a través de una rama

eléctrica 300 que fluye conjuntamente en un nodo de conexión comprendido entre la segunda armadura de recepción 180 y el rectificador 130, de una manera sustancialmente análoga a lo que se prevé para la primera armadura de recepción 175.

5 En particular, una inductancia adicional 305, típicamente de un valor alto (por ejemplo del orden de decenas o cientos de nH), se puede conectar en serie a lo largo de la rama eléctrica 190 entre el nodo de conexión antes mencionado del circuito de control 125 y la carga eléctrica 115, por ejemplo entre el nodo de conexión y el rectificador 130, lo cual permite que la onda de voltaje proveniente del dispositivo de alimentación 105 llegue a la carga eléctrica 115 aunque evita el paso de la segunda señal de reloj generada por el circuito de control 125, que, de este modo, es obligada a pasar desde el dispositivo para ser alimentado 110 hacia el dispositivo de alimentación 105.

15 Las inductancias 205 y 305 también tienen la finalidad de constituir un resonador con las capacidades de recepción, permitiendo así una mayor transferencia de energía a la carga eléctrica 115, así como una adaptación de las impedancias útil, por ejemplo, para constituir convertidores de tipo ZVS o ZCS (que de este modo minimizan las pérdidas y pueden funcionar a frecuencias extremadamente altas).

20 Las inductancias 205 y 305 también tienen la finalidad adicional de incrementar sustancialmente la impedancia de la carga eléctrica 115, normalmente limitada, que se ve desde el circuito de control 125, que, de esta manera, puede funcionar a una frecuencia elevada ya que no interacciona sustancialmente con la carga.

25 A su vez, una capacidad eléctrica 310, típicamente de valor reducido (por ejemplo, del orden de decenas o cientos de pF), se puede conectar en serie a lo largo de la rama eléctrica 300, entre el nodo de conexión y el circuito de control 125, lo cual permite que la señal de reloj llegue a la segunda armadura de recepción 180 pero evita el paso de la onda de voltaje, que, de este modo, no puede llegar al circuito de control 125.

Este sistema funciona cada vez mejor a medida que se incrementa la diferencia en frecuencia entre la onda de voltaje que alimenta la carga eléctrica 115 y la portadora de las señales inyectadas por el circuito de control 125.

30 Cuando la segunda armadura de recepción 180 está encarada a una o más armaduras de transmisión 165, la segunda señal de reloj es captada por los circuitos de gestión de señales 150 correspondientes y se usa para excitar adecuadamente los circuitos de potencia 155 correspondientes con el fin de aplicar a dichas armaduras de transmisión 165 una onda de voltaje de igual frecuencia aunque desfasada, preferentemente en contrafase, con respecto a la aplicada a las armaduras de transmisión 165 encaradas a la primera armadura de recepción 175.

40 Teóricamente, este efecto se puede obtener configurando el circuito de control 125 del dispositivo para ser alimentado 110 de manera que genere y aplique a la segunda armadura de recepción 180 una segunda señal de reloj que tiene la misma frecuencia, aunque desplazada, preferentemente en contrafase, con respecto a la señal de reloj que se aplica a la primera armadura de recepción 175.

45 No obstante, esta solución no se puede usar siempre ya que algunos divisores de frecuencia 245, como por ejemplo aquellos basados en una cascada de biestables DQ, devuelven una señal de salida que tiene la misma fase idéntica, tanto a partir de una señal de reloj predeterminada como a partir de su negativo (es decir, a partir de una señal de reloj de igual frecuencia aunque en contrafase), con lo que en ambos casos las ondas de voltaje resultantes tendrían la misma fase, retardadas simplemente en un ciclo de la onda de frecuencia muy alta.

50 Para superar este inconveniente, el circuito de gestión de señales 150 de cada grupo de transmisión 135 se puede modificar de manera que la señal de salida del divisor de frecuencia 245 se aplique en dos canales independientes tal como se ilustra en la figura 9, uno de los cuales está conectado a un módulo 315 adaptado para negar la señal de reloj que sale del divisor de frecuencia 245, obteniendo una señal de reloj que es igual, aunque en contrafase. El módulo 315 puede comprender, por ejemplo, una simple puerta lógica NOT adaptada para negar la señal recibida en la entrada.

55 De esta manera, el divisor de frecuencia 245 proporcionará siempre dos señales piloto potenciales, una de las cuales es una señal piloto "directa", obtenida simplemente reduciendo la frecuencia de la señal de reloj original, y otra es una señal piloto "en contrafase", obtenida reduciendo la frecuencia de la señal de reloj original e invirtiendo su fase.

60 Tal como se ilustra en la figura 10, el circuito de gestión de señales 150 de cada grupo de transmisión 135 puede comprender además, en este caso, un selector 320, que está conectado con el divisor de frecuencia 245 y está adaptado para enviar al circuito de potencia 155 selectivamente la señal piloto "directa" o la señal piloto "en contrafase" en función de si la armadura de transmisión 165 correspondiente está encarada a la primera armadura de recepción 175 o a la segunda armadura de recepción 180, respectivamente.

65 Para interpretar si la armadura de transmisión 165 está encarada a la primera armadura de recepción 175 o a la

segunda armadura de recepción 180, el selector 320 puede ser gobernado por un módulo de control 325 adecuado, que puede implementar diferentes estrategias.

Una primera estrategia prevé que el circuito de control 125 del dispositivo para ser alimentado 110 aplique a la primera armadura de recepción 175 y a la segunda armadura de recepción 180 dos señales de reloj de onda cuadrada que tienen un ciclo de trabajo significativamente diferente (por ejemplo, respectivamente, igual a un 20% y un 80%). Por ejemplo, el primer valor del ciclo de trabajo (por ejemplo, 20%) se puede asociar a la información de la "primera armadura de recepción 175", mientras que el segundo valor del ciclo de trabajo (por ejemplo, 80%) se puede asociar a la información de la "segunda armadura de recepción 180".

Aprovechando esta información, el módulo de control 325 se puede constituir de manera efectiva y simple como un circuito detector del valor eficaz del voltaje de la señal de reloj, por ejemplo, midiendo o detectando la *Raíz Cuadrática Media RMS* de dicha señal, según se ilustra en el esquema aportado en la figura 11.

En particular, el módulo de control 325 puede comprender una primera etapa 330 adaptada para recibir la señal de reloj de la salida del filtro 240, por ejemplo, aguas arriba del divisor de frecuencia 245, y para detectar su valor RMS. Por ejemplo, dicha primera etapa 330 se puede constituir conectando la salida del filtro 240 al ánodo de un diodo 335 de forma suficientemente rápida. Por otro lado, el cátodo del diodo 335 se puede conectar a un extremo de un condensador 340, cuyo otro extremo está conectado a un voltaje de referencia, por ejemplo, tierra. En paralelo con el condensador 340, la primera etapa 330 también puede comprender una resistencia 345 útil para descargar el propio condensador 340 una vez que se ha detenido la señal de entrada.

Por lo tanto, la salida de esta primera etapa 330 es una señal de voltaje proporcional al valor RMS de la señal de entrada, que varía en función del ciclo de trabajo y, por lo tanto, de la información de la "primera armadura de recepción 175" o "segunda armadura de recepción 180", permitiendo la selección de la fase piloto adecuada de la armadura de transmisión 165.

Por lo tanto, el módulo de control 325 puede comprender un comparador 350 que recibe la señal de la salida de la primera etapa 330 y compara su valor de voltaje RMS con un voltaje de referencia. Si el voltaje RMS en la salida de la primera etapa 330 es inferior al valor de referencia, esto significa que el ciclo de trabajo de la señal de reloj era bajo (por ejemplo, del 20%), o viceversa que el ciclo de trabajo de la señal de reloj era alto (por ejemplo, del 80%). De hecho, es evidente que a medida que se incrementa el ciclo de trabajo de la señal de reloj, su valor RMS aumenta, hasta que se supera el umbral impuesto por el primer voltaje de referencia.

La señal de salida de la primera etapa 330 también se puede aplicar a un segundo comparador 355 que compara el valor de voltaje RMS con un segundo voltaje de referencia, típicamente próximo al voltaje de tierra. Si el voltaje RMS en la salida de la primera etapa 330 es inferior al segundo valor de referencia, esto significa que la armadura de transmisión 165 no está recibiendo ninguna señal de reloj y, por lo tanto, que no hay cerca ninguna armadura de recepción 175 o 180 del dispositivo para ser alimentado 110.

La salida del primer comparador 350 y del segundo comparador 355 también se puede enviar a un módulo lógico 360 extremadamente simple, de manera típica, aunque no necesaria con lógica combinatoria, que es capaz de generar las señales piloto del selector 320.

De esta manera, si la señal RMS es mayor que el primer valor de referencia, se ordenará al selector 320 que excite el circuito de potencia 155 con la señal piloto "directa"; si la señal RMS está comprendida entre el primer y el segundo valor de referencia, se ordenará al selector 320 que excite el circuito de potencia 155 con la señal de reloj en contrafase; finalmente, si la señal RMS es inferior al segundo valor de referencia, el selector 320 no excitará el circuito de potencia 155 y la parte lógica se ocupará también de llevar el interruptor de activación 225 a la configuración abierta, para conectar la armadura de transmisión 165 a la rama eléctrica 230 y, por lo tanto, al potencial de referencia (por ejemplo, tierra).

Una segunda estrategia para interpretar si la armadura de transmisión 165 está encarada a la primera armadura de recepción 175 o a la segunda armadura de recepción 180 puede prever que el circuito de control 125 del dispositivo para ser alimentado 110 se configure para aplicar a la primera armadura de recepción 175 y a la segunda armadura de recepción 180 dos señales de reloj que tengan el mismo ciclo de trabajo, aunque amplitud diferente.

En este caso, la arquitectura del circuito de gestión de señales 150 de cada grupo de transmisión 135 puede ser exactamente igual a la descrita anteriormente e ilustrada en las figuras 10 y 11, ya que la amplitud de la señal tiene también un impacto directo o sobre el valor eficaz del voltaje de la señal y, por lo tanto, sobre su RMS.

Una tercera estrategia para interpretar si la armadura de transmisión 165 está encarada a la primera armadura de recepción 175 o a la segunda armadura de recepción 180 puede prever que el circuito de control 125 del dispositivo para ser alimentado 110 se configure para aplicar a la primera armadura de recepción 175 y a la segunda armadura de recepción 180 dos señales de reloj que tengan una frecuencia diferente.

Preferentemente (aun cuando no sea necesario), la frecuencia de la señal de reloj aplicada a la segunda armadura de recepción 180 debe ser igual al doble de la frecuencia de la señal de reloj aplicada a la primera armadura de recepción 175, o viceversa.

El uso de la frecuencia para transmitir la indicación de qué armadura de recepción 175 o 180 está cerca de la armadura de transmisión 165 garantiza una mejor inmunidad frente a perturbaciones con respecto a sistemas basados en señales controladas por voltaje (modulación del ciclo de trabajo o de la amplitud), aunque el circuito de gestión de señales 150 de cada grupo de transmisión 135 debe ser diferente.

En primer lugar, el divisor de frecuencia 245 se debe configurar para proporcionar la señal piloto "directa" y la señal piloto "en contrafase" que se enviarán al selector 320, sacándolas de dos etapas diferentes según se ilustra en la figura 12. Por ejemplo, considerando el caso en el que la frecuencia de la señal de reloj aplicada a la segunda armadura de recepción 180 es el doble de la correspondiente de la señal de reloj aplicada a la primera armadura de recepción 175, la señal piloto "directa" debe sacarse de la última etapa del divisor de frecuencia 245 mientras que la señal piloto "en contrafase" se debe obtener "negando", por ejemplo con la puerta lógica NOT 315, la señal que sale de la penúltima etapa del divisor de frecuencia. De esta manera, tanto la señal piloto "directa" como la que está "en contrafase" tendrán la misma frecuencia y se pueden usar para excitar el circuito de potencia 155. Evidentemente, la conexión sería la inversa si la frecuencia de la señal de reloj aplicada a la segunda armadura de recepción 180 es la mitad de la correspondiente a la señal de reloj aplicada a la primera armadura de recepción 175.

Al mismo tiempo, el módulo de control 325 del selector 320 se puede modificar según se ilustra en la figura 13 y puede comprender un circuito integrador 365 (por ejemplo, un filtro RC simple, o cualquier circuito integrador activo o pasivo), que recibe en la entrada la señal de reloj proveniente de la armadura de transmisión 165.

Puesto que la onda de la entrada es típicamente una onda cuadrada, su señal integrada en la salida del circuito integrador 365 es una onda triangular, que tendrá un valor de pico cada vez mayor cuanto menor sea la frecuencia de la onda en la entrada. De acuerdo con el ejemplo previo, si la señal de reloj captada es la de frecuencia baja asociada a la primera armadura de recepción 175, la señal integrada tendrá, por lo tanto, un valor de pico mayor con respecto a lo que sería si la señal de reloj captada fuese la de alta frecuencia asociada a la primera armadura de recepción 175. Evidentemente, la correspondencia sería inversa si la frecuencia de la señal de reloj aplicada a la segunda armadura de recepción 180 fuese la mitad de la correspondiente a la señal de reloj aplicada a la primera armadura de recepción 175.

Aprovechando esta propiedad, la señal de la salida del circuito integrado 365 se puede aplicar, por lo tanto, en la entrada de un comparador 370 que compara su voltaje de pico con un voltaje de referencia. A continuación, la salida del comparador 370 es procesada por un módulo lógico 375, que, por ejemplo, para la onda de frecuencia más alta, no detecta ningún impulso en la salida del comparador 370 y, para la onda de frecuencia menor, detecta una serie de impulsos equidistantes. El módulo lógico 375, de manera típica, aunque no necesaria con lógica combinatoria, genera las señales para excitar el selector 320.

Por ejemplo, si el valor de pico de la señal integrada es mayor que el valor de referencia, se ordenará al selector 320 que excite el circuito de potencia 155 con la señal piloto "directa", es decir, que tiene la misma fase que la generada por el circuito de control 125 dispuesto en el dispositivo para ser alimentado 110, pero si, por otro lado, el valor de pico de la señal integrada es menor que el valor de referencia, se ordenará al selector 320 que excite el circuito de potencia 155 con la señal piloto "en contrafase". Evidentemente, el funcionamiento se produciría también de manera inversa.

Finalmente, si el valor de pico de la señal integrada es sustancialmente cero (ausencia de señal de reloj), el selector 320 no excitará el circuito de potencia 155 y la parte lógica 375 se ocupará también de llevar el interruptor de activación 225 a una configuración abierta, para conectar la armadura de transmisión 165 a la rama eléctrica 230 y, por lo tanto, la potencia de referencia (por ejemplo, tierra), de maneras análogas a los circuitos previos.

Debe resaltarse aquí que el circuito integrador 365 del módulo de control 325 se puede configurar para recibir la señal de reloj directamente de la salida del filtro 240 o, de forma más ventajosa, de la salida de una etapa adecuada del divisor de frecuencia 245, sin que esto modifique conceptualmente el sistema.

El sistema propuesto funciona también usando la señal dividida ya que la información viene dada por la diferencia en frecuencia entre la señal que indica una armadura de recepción u otra, no por los valores del ciclo de trabajo o de la amplitud que se perderían con las etapas de división de frecuencia.

La ventaja vinculada al uso de la señal que entra en el circuito integrador 365 con la frecuencia ya dividida consiste esencialmente en poder usar entonces comparadores 370 más lentos con respecto a aquellos necesarios para procesar la señal original, y, por lo tanto, más rentables. Cuanto mayor sea la división de

frecuencia experimentada por la señal antes de entrar en el circuito integrador 365, menor será la velocidad requerida del comparador 370 usado para comparar la onda triangular con el voltaje de referencia, reduciéndose significativamente su coste. Precisamente para reducir de manera adicional el coste del circuito de control, es también posible prever otras etapas de división después de las salidas que van al selector 320. Una de las ventajas adicionales está vinculada a la mayor calidad de la señal en la salida de una etapa de división de frecuencia con respecto a la correspondiente en la salida del filtro.

En la figura 14, se ilustra una cuarta estrategia para interpretar si la armadura de transmisión 165 está encarada a la primera armadura de recepción 175 o a la segunda armadura de recepción 180, y la misma consiste en equipar a cada grupo de transmisión 135 con un sensor independiente 380 (por ejemplo basado en magnetismo, efecto *hall*, campo eléctrico, luz, sonido, transmisor de RFID, NFC, antena o similar), activo o pasivo, que está adaptado para interactuar con uno o más elementos de referencia 385 dispuestos en el dispositivo para ser alimentado 110, con el fin de generar una señal de posición indicativa de la posición relativa de una o ambas de las armaduras de recepción 175 y 180. Cada grupo de transmisión 135 puede comprender también un módulo lógico 390 adaptado para recibir la señal de posición generada por el sensor 380, con el fin de interpretar si la armadura de transmisión 165 correspondiente está cerca de la primera armadura de recepción 175, de la segunda armadura de recepción 180 o de ninguna de ellas, para gobernar a continuación, en consecuencia, el selector 320.

En este caso, es evidente que el principio que se sitúa en el fundamento de la selección de la señal piloto "directa" o de la que está "en contrafase" es independiente con respecto a la señal de reloj transmitida por el circuito de control 125. Esta última señal, en este caso, se usa solamente por tanto para transmitir un reloj, y posiblemente para transferir datos de usuario de manera independiente.

Los esquemas antes propuestos, que posibilitan aplicar a las armaduras de transmisión 165 ondas de voltaje desfasadas (típicamente en contrafase) en función de si están encaradas a la primera o a la segunda armadura de recepción 175 y 180, tienen la ventaja de hacer que la transmisión de energía sea más eficaz y de obtener numerosas ventajas en términos de eficiencia.

Si, por ejemplo, los circuitos de potencia 155 usan el esquema de la figura 7, existe la posibilidad de reducir sustancialmente las dimensiones de la inductancia de choque 275 de cada circuito de conmutación 250 con respecto a lo que se menciona en la bibliografía en relación con el dimensionamiento de amplificadores resonantes, por ejemplo, de clase E o F.

De hecho, si normalmente la inductancia de choque debe ser de un valor particularmente alto para constituir idealmente un generador de corriente, en el circuito de conmutación 250 propuesto es posible subdimensionar sustancialmente la inductancia de choque 275, permitiendo incluso inversiones del signo de la corriente.

De hecho, globalmente, el circuito en conjunto constituye un sistema *push-pull*, de tal manera que cada inversión de corriente en una rama de alimentación de un dispositivo para ser alimentado 110 se corresponde con una inversión análoga, aunque inversa de corriente en la rama simétrica (por ejemplo que excita una placa encarada a la segunda armadura de recepción).

De esta manera, el generador de voltaje 140 que alimenta el circuito de transmisión en conjunto ve un circuito que tiene un comportamiento sustancialmente resistivo, y por lo tanto con un factor de potencia optimizado sin necesidad de etapas de corrección del factor de potencia. Esto constituye una ventaja particularmente sustancial, no automática en presencia de circuitos de conmutación, en particular si la miniaturización requerida es tal que no permite el uso de capacidades de filtrado en la entrada de valor elevado y grandes volúmenes.

Tal como se ilustra en la figura 15, el dispositivo de alimentación 105 se puede modificar para constituir también un canal de comunicación de alta velocidad entre muchos dispositivos destinados a ser alimentados 110.

En particular, el circuito de control 125 de cada dispositivo para ser alimentado 110 puede estar provisto de un codificador 395 adaptado para aplicar a las armaduras de recepción 175 y/o 180 una señal que contiene no solamente la señal de reloj sino también otros datos provenientes del dispositivo para ser alimentado 110 (lo cual se indica esquemáticamente con una flecha en la figura 15).

El codificador 395 puede codificar los datos, por ejemplo, con codificación tal como Mánchester diferencial, *biphase mark code* (BMC), codificación 8b/10b, codificación 64b/66b, codificación 64b/67b u otra. Resulta particularmente ventajosa una codificación que garantice un valor de voltaje medio estrictamente de cero en la línea.

Al mismo tiempo, el módulo de control 325 de cada grupo de transmisión 135 del dispositivo de alimentación 105, además de tratar la señal de reloj para excitar el circuito de potencia 155 según se ha descrito anteriormente, se puede equipar con un descodificador 400 adaptado para descodificar los otros datos transportados por la señal generada por el circuito de control 125 del dispositivo para ser alimentado 110, que, a continuación, se pueden direccionar en un bus compartido 410, por ejemplo, un bus USB 3.0 o un bus HDMI.

La comunicación se puede hacer claramente bidireccional introduciendo un segundo codificador de datos también en el dispositivo de alimentación 105, y un segundo descodificador en el dispositivo para ser alimentado 110.

5 Para evitar un empeoramiento excesivo del coste del sistema, es posible prever que solamente algunos grupos de transmisión 135 del dispositivo de alimentación 105 puedan recibir y/o transmitir la señal de datos, de manera que la mayoría de los grupos de transmisión 135 siga teniendo un coste bajo y sean capaces solamente de gestionar la transmisión de energía. Puesto que los datos viajan a una frecuencia muy alta (decenas de MHz, 10 cientos de MHz o incluso GHz), el acoplamiento capacitivo de unas pocas armaduras de transmisión 165 (idealmente solo una) es de hecho suficiente para transmitir la señal de datos, que, a continuación, se puede descodificar y encaminar sobre un bus de comunicación 410 adecuado que pone los datos a disposición de todos los dispositivos destinados a ser alimentados 110 dispuestos en la superficie activa 160.

15 Para evitar contaminación electromagnética, el bus de comunicación 410 puede tener una forma y un tamaño tales que limiten las emisiones (por lo tanto debe estar dimensionado para funcionar como una antena de bajo rendimiento) y puede ser diferencial, por ejemplo compuesto por dos planos de datos yuxtaponidos y próximos, sobre los cuales viajan señales diferenciales y con los cuales están conectados todos los circuitos primarios equipados con interfaz de datos de usuario, y capaces, por lo tanto, tanto de leer los datos de las armaduras de recepción, enviados por el controlador dispuesto en el dispositivo para ser alimentado 110, como de enviar datos a las armaduras de transmisión, útiles para su captación por parte de las armaduras de recepción y su descodificación por parte del controlador dispuesto en el dispositivo para ser alimentado 110.

25 De acuerdo con un aspecto común para todas las formas de realización descritas anteriormente, la armadura de transmisión 165 de cada grupo de transmisión 135 se podría dividir en una pluralidad de armaduras de transmisión 165A conectadas al mismo circuito de potencia 155 y al mismo circuito de gestión de señales 150, por ejemplo, para reducir el coste por unidad de superficie de la superficie activa 160.

30 En este caso, el diagrama circuital de cada grupo de transmisión 135 permanece sustancialmente invariable, pero cada armadura de transmisión 165A se puede conectar a la rama eléctrica 170 a través de un interruptor de activación 225A respectivo, tal como se ilustra por ejemplo en la figura 16.

35 Cada interruptor de activación 225A se puede conmutar selectivamente entre una configuración cerrada, en la que conecta la armadura de transmisión 165A respectiva a una rama eléctrica 230A referida a tierra o a otro potencial de referencia, y una configuración abierta, en la que conecta la armadura de transmisión 165A a la rama eléctrica 170 que conecta con el circuito de potencia 155 correspondiente y con el circuito de gestión de señales 150 correspondiente.

40 Posiblemente, se puede posicionar una capacidad eléctrica 235A en cada rama eléctrica 230A, por ejemplo, para conectar una conexión de tierra entre los circuitos de datos dispuestos en el dispositivo de alimentación 105 y en el dispositivo para ser alimentado y/o para controlar la impedancia del circuito y crear una adaptación de impedancia dinámica entre la cara eléctrica 115 y el generador de voltaje 140.

45 Cada interruptor de activación 225A puede ser controlado por el circuito de control del dispositivo de alimentación 105, que selecciona qué armaduras de transmisión 165A conectar a la rama eléctrica 170 en función de las señales recibidas por las armaduras del dispositivo para ser alimentado 110, usando una parte lógica similar a la que se ha descrito anteriormente.

50 Por ejemplo, los interruptores se pueden mantener normalmente en posición cerrada y se pueden llevar de manera periódica a una posición abierta uno tras otro secuencialmente, por ejemplo, con la ayuda de un temporizador o de un contador. De esta manera, es posible identificar si hay armaduras de transmisión 165A del subgrupo encaradas a la primera armadura de recepción 175 del dispositivo para ser alimentado 110 y cuáles son, aplicando subsiguientemente la onda de voltaje solo a aquellas identificadas mientras que la totalidad del resto se puede mantener apagada o conectada a la rama eléctrica 235A.

55 Gracias a esta solución, para las mismas dimensiones globales de la superficie activa 160 del dispositivo de alimentación 105, es posible de forma ventajosa incrementar el número de armaduras de transmisión 165A reduciendo sus dimensiones, con lo cual se obtiene un acoplamiento capacitivo muy preciso con las armaduras de recepción 175 y 180 del dispositivo para ser alimentado.

60 Por otro lado, para el mismo número global de armaduras de transmisión, es posible de manera ventajosa reducir sustancialmente el número de circuitos de gestión de señales 150 y de circuitos de potencia 155, con lo cual se reducen los costes globales del sistema 100.

65 Evidentemente, las armaduras de transmisión 165A pueden tener cualquier geometría, posiblemente ni siquiera regular. No obstante, las geometrías regulares, tales como triángulos, círculos, rectángulos, cuadrados o hexágonos, pueden ser particularmente simples y eficaces.

En particular, una forma de realización particularmente ventajosa (aun cuando no sea exclusiva) prevé sustancialmente sustituir cada una de las armaduras de transmisión 165 ilustradas en la figura 3, por un grupo de armaduras de transmisión 165A de forma triangular aunque dispuestas mutuamente para recrear la forma cuadrada/rectangular de la armadura de transmisión 165, por ejemplo según se ilustra en la figura 17 donde cada armadura de transmisión 165 está dividida según las diagonales y las bisectrices en un grupo de ocho armaduras de transmisión 165A.

El circuito de gestión de señales 150 y el circuito de potencia 155 conectados a cada grupo de armaduras de transmisión 165A se pueden constituir en forma de un chip 415 dispuesto en el centro del rectángulo/cuadrado, para situarse sustancialmente equidistante con respecto a cada armadura de transmisión 165A del grupo y, por lo tanto, minimizar los problemas vinculados a reactancias parásitas distribuidas.

La forma triangular de las armaduras de transmisión 165A hace que resulte posible materializar una mejor aproximación de la forma de los dispositivos destinados a ser alimentados 110 (típicamente rectangular) que están posicionados aleatoriamente en la superficie activa 160, y por lo tanto potencialmente desalineados con respecto a los lados de un cuadrado. De hecho, gracias a las diagonales a 45 grados es más probable encontrar una configuración de armaduras de transmisión 165A que materialice una mejor aproximación de las armaduras de recepción 175 y 180. Por lo tanto, esta configuración evita que partes de las armaduras de transmisión 165 de la figura 3 se activen mientras no están cubiertas completamente por una armadura de recepción 175 o 180, reduciendo las pérdidas.

Otro aspecto común para todas las formas de realización descritas anteriormente prevé que el aparato de transmisión 145 de cada grupo de transmisión 135 pueda comprender además uno o más elementos de transmisión inductivos 420, cada uno de los cuales está conectado al mismo circuito de gestión de señales 150 y al mismo circuito de potencia 155 de la armadura de transmisión 165 correspondiente, como se ilustra por ejemplo en la figura 18.

De esta manera, de hecho, es posible obtener un sistema de transmisión de energía capacitivo e inductivo híbrido.

Cada elemento inductivo de transmisión 420 se puede realizar a partir de uno o más elementos conductores que tengan un comportamiento principalmente inductivo, como por ejemplo una o más tiras inductivas rectilíneas que se puedan posicionar coplanarias junto a la armadura de transmisión 165.

Por ejemplo, considerando el caso en el que la armadura de transmisión 165 tiene una forma rectangular o cuadrada, o está dividida en armaduras de transmisión 165A dispuestas para formar un cuadrado o un rectángulo, cada grupo de transmisión 135 puede comprender una tira inductiva 420A dispuesta coplanaria junto a un lado del cuadrado o rectángulo y que discurre paralela al mismo, según se ilustra por ejemplo en la figura 19. De esta manera, entre cada par de armaduras de transmisión 165 (o grupos de armaduras de transmisión 165A) consecutivas está dispuesta también por lo menos una tira inductiva 420A y cada armadura de transmisión 165 (o grupo de armaduras de transmisión 165A) está rodeada en todos los lados por un conjunto de tiras inductivas 420A. Debe ponerse énfasis en cómo la implementación particular mostrada, que es solamente una de las posibles, alcanza la ventaja de constituir una distribución matricial homogénea también de las tiras inductivas 420A en la superficie activa 160.

No obstante, esto no excluye evidentemente la posibilidad de que los elementos de transmisión inductivos 420 se puedan realizar a partir de conductores inductivos que tengan la forma de una bobina o antenas de transmisión, por ejemplo, una única bobina que rodee la armadura de transmisión 165 (o grupo de armaduras de transmisión 165A) correspondiente.

Volviendo a la figura 18, para cada inductor de transmisión 420, el circuito de potencia 155 puede comprender otros dos circuitos de conmutación 425, sustancialmente del mismo tipo que el circuito de conmutación 250 asociado a la armadura de transmisión 165, que están adaptados para conectar el generador de voltaje 140 al inductor de transmisión 420.

Estos circuitos de conmutación 425 se controlan con la señal piloto que sale del circuito de gestión de señales 150 para convertir el voltaje de alimentación producido por el generador de voltaje 140 en una onda de voltaje alterno, típicamente con una alta frecuencia (cientos de kHz, MHz, decenas MHz o incluso cientos de MHz), que se aplica al elemento inductivo de transmisión 420. Entre los circuitos de conmutación 425 y el inductor de transmisión 420 se puede disponer una red de adaptación adecuada.

Como se ilustra en la figura 20, el aparato de recepción 120 del dispositivo para ser alimentado 110 puede comprender de manera correspondiente por lo menos un elemento inductivo de recepción 435 adaptado para constituir un acoplamiento inductivo con uno o más elementos de transmisión inductivos 420 del dispositivo para ser alimentado 110.

En general, el número, la forma, el tamaño y la disposición de los elementos inductivos de recepción 435 se deben seleccionar de manera que, apoyando o acercando la superficie de recepción 195 del dispositivo para ser alimentado 110 hacia la superficie activa 160 del dispositivo de alimentación 105, sea posible crear un acoplamiento inductivo entre por lo menos un elemento inductivo de recepción 435 y por lo menos un elemento inductivo de transmisión 420 del dispositivo de alimentación 105, preferentemente entre cada elemento inductivo de recepción 435 y una pluralidad de elementos de transmisión inductivos 420 dispuestos para reproducir, con una buena aproximación, la forma y el tamaño, para múltiples posiciones y/u orientaciones relativas del dispositivo para ser alimentado 110 con respecto al dispositivo de alimentación 105, preferentemente para cualquier posición y/u orientación del dispositivo para ser alimentado 110.

De acuerdo con una forma de realización, el elemento inductivo de recepción 435 se puede realizar a partir de un conductor inductivo que tenga la forma de una bobina o antena de recepción. Por ejemplo, el aparato de recepción 120 podría comprender un elemento inductivo de recepción 435 conformado como una bobina que discorra coplanaria en torno a ambas armaduras de recepción 175 y 180, según se ilustra en la figura 21.

Este elemento de recepción inductivo 435 se puede conectar a la carga eléctrica 115 de manera independiente con respecto a las armaduras de recepción 175 y 180, por ejemplo, a través de un segundo rectificador 440 (véase la figura 20).

En serie entre el inductor de recepción 435 y el segundo rectificador 440, es posible insertar capacidades 445 útiles para crear un resonador que también puede permitir que la parte de recepción inductiva funcione en modo de ZVS (*conmutación a voltaje cero*) o ZCS (*conmutación a corriente cero*).

Alternativamente, en lugar de las capacidades 445 en serie, es posible insertar una capacidad 450 en paralelo con el elemento inductivo de recepción 435 (véase la fig. 22), útil para formar un tanque resonante que puede facilitar el acoplamiento con un circuito inductivo primario resonante incluso a distancias mayores entre el elemento inductivo de transmisión 420 y el receptor 435 con respecto al circuito resonante serie.

Para transferir potencia eléctrica a través del acoplamiento inductivo entre el elemento inductivo de recepción 435 y cada elemento inductivo de transmisión 420 conectado al mismo, es suficiente con que los dos circuitos de conmutación 425 dispuestos en los extremos del elemento inductivo de transmisión 420 se exciten con la misma frecuencia, a través de la señal piloto generada por el circuito de gestión de señales 150, aunque en contrafase uno con respecto a otro.

Esta solución es particularmente ventajosa cuando el circuito de gestión de señales 150 ya está configurado para proporcionar dos señales de reloj en contrafase, como por ejemplo en la solución de la figura 10, ya que los circuitos de conmutación 425 del inductor de recepción 435 se pueden excitar con las mismas señales ya disponibles para excitar el circuito de conmutación 250 de la armadura de transmisión 165, con un sistema de control que, por lo tanto, es particularmente ventajoso, sencillo y funcional.

Alternativamente, es suficiente con que uno de los circuitos de conmutación 425 se excite con cualquier fase y ordenar al otro que mantenga el segundo extremo del elemento inductivo de transmisión 420 conectado constantemente a un potencial de referencia, por ejemplo, a una tierra adecuada.

Gracias a las dos soluciones propuestas, el elemento inductivo de transmisión 420 es atravesado por una onda de voltaje que se transfiere al elemento inductivo de recepción 435 de una manera magnética inductiva y, por lo tanto, se puede usar para alimentar la carga eléctrica 115 a través del rectificador 440.

Las salidas de los dos rectificadores 130 y 440 alimentan la carga eléctrica 115 de manera independiente, garantizando un funcionamiento sustancialmente autónomo de la parte de recepción inductiva y de la parte de recepción capacitiva.

Debe ponerse énfasis en que, en función de los requisitos en términos de energía necesaria para la carga eléctrica 115, simplicidad del circuito, eficiencia, distancia con respecto al transmisor y forma del dispositivo para ser alimentado, es posible implementar un receptor únicamente inductivo, o únicamente capacitivo sin que esto constituya una modificación sustancial de la solución propuesta.

En la figura 23, se proporciona una variante particularmente ventajosa del circuito propuesto. En esta implementación específica, el dispositivo para ser alimentado 110 comprende únicamente el rectificador 130 sobre el cual actúan sinérgicamente la parte inductiva y la parte capacitiva.

Esto se logra sustituyendo el elemento inductivo de recepción 435 por dos elementos de recepción inductivos 435A diferenciados, uno de los cuales se inserta en la rama eléctrica 185 en serie entre la primera armadura de recepción 175 y el rectificador 130 mientras que el otro se inserta en la rama eléctrica 190 en serie entre el rectificador 130 y la segunda armadura de recepción 180.

Cada uno de estos elementos inductivos de recepción 435A se puede configurar como una bobina que se extiende por ejemplo coplanaria respectivamente en torno a la primera armadura de recepción 175 y la segunda armadura de recepción 180, según se ilustra, por ejemplo, en la figura 24.

De esta manera, los elementos inductivos de recepción 435A tienen múltiples funciones: inductancia en serie útil para formar el resonador LC del circuito de potencia, elementos inductivos de recepción, útiles para incrementar la energía transmitida a la carga eléctrica 115 que se suma a la recepción de energía de manera capacitiva que se recibe de una manera inductiva, y filtros pasobajo útiles para evitar que las señales inyectadas por el circuito de control interactúen con la carga.

Esta implementación es particularmente ventajosa ya que minimiza el número de componentes necesarios, el volumen y los costes relacionados con el dispositivo para ser alimentado 110, incrementando al mismo tiempo la versatilidad del sistema y la energía que se puede transmitir.

Para transferir potencia eléctrica a través del acoplamiento inductivo entre los elementos inductivos de recepción 435A y cada elemento inductivo de transmisión 420 conectado a ellos, los dos circuitos de conmutación 425 dispuestos en los extremos del elemento inductivo de transmisión 420 se pueden excitar de la misma manera descrita anteriormente.

No obstante, la condición para que dicho sistema funcione correctamente es que las ondas de voltaje recibidas por las armaduras de recepción 175 y 180 y las ondas de voltaje inducidas por el acoplamiento magnético entre elementos de transmisión inductivos 420 y elementos inductivos de recepción 435A tengan fases e impedancias adecuadas.

En particular, puesto que los elementos inductivos de recepción 435A y las armaduras de recepción 175 y 180 están conectados, todos ellos, al mismo rectificador 130, el voltaje de excitación de los elementos de transmisión inductivos 420 se debe seleccionar para garantizar un funcionamiento sinérgico de las ondas inducidas en los elementos inductivos de recepción 435A y en las armaduras de recepción 175.

Evidentemente, también en este caso la activación selectiva de los grupos de transmisión 135 se puede controlar con un control adecuado de los interruptores de activación 225.

Como alternativa a esta metodología, puede preverse un intercambio de datos sinérgico tanto en la rama inductiva como en la capacitiva, en donde la rama inductiva permite la transmisión, por parte del circuito de control 125 dispuesto en el dispositivo para ser alimentado 110, de un *handshake* inicial simple al circuito de control 125 dispuesto en el grupo de transmisión 135, ya que típicamente la rama basada en un acoplamiento inductivo tiene una característica de pasobajo o pasabanda con el centro de la banda en frecuencias bajas (las de la transmisión de energía). Una vez que se ha recibido el *handshake* a través de un circuito inductivo, el módulo de control 322 puede abrir el interruptor de activación 225 que conecta la armadura de transmisión 165 al circuito de gestión de señales 150, con lo cual se permite la recepción de datos a una frecuencia muy alta y, por lo tanto, a una velocidad de bits elevada en el canal capacitivo. En algunos casos, puede resultar ventajoso usar el acoplamiento capacitivo exclusivamente para un flujo continuo de datos, dejando la transferencia de energía al acoplamiento inductivo.

La figura 25 ilustra otra variante que permite que el dispositivo para ser alimentado 110 comprenda un único rectificador 130 en el cual actúan sinérgicamente tanto la parte inductiva como la parte capacitiva.

Esta variante adicional prevé la conexión del elemento inductivo de recepción 435 en paralelo con las armaduras de recepción 175 y 180, por ejemplo, conectando un primer extremo del elemento inductivo 435 a la rama eléctrica 185 que conecta el rectificador 130 a la primera armadura de recepción 175, y el segundo extremo del elemento inductivo 435 a la rama eléctrica 190 que conecta el rectificador 130 a la segunda armadura de recepción 180.

En este caso, puede resultar ventajoso insertar también los inductores en serie 205 y 305 útiles para evitar que el sistema de intercambio de datos 125 interactúe con la carga 115, en donde el inductor 205 se puede insertar en la rama eléctrica 185 entre el rectificador 130 y el nodo de conexión con el elemento inductivo de recepción 435 mientras que el inductor 305 se puede insertar en la rama eléctrica 190 entre el rectificador 130 y el nodo de conexión con el elemento inductivo de recepción 435.

Debe especificarse también que algunas formas de realización puedan prever una solución híbrida entre las ilustradas en la figura 22 y 24, es decir, en donde el dispositivo para ser alimentado 110 comprende tanto los elementos inductivos en serie 435A ilustrados en la figura 22 como también el elemento inductivo en paralelo 435 ilustrado en la figura 24.

Según una variante aplicable a todas las formas de realización antes descritas, o por lo menos a todas de entre

aquellas que prevén la posibilidad de constituir un acoplamiento inductivo/capacitivo híbrido, cada grupo de transmisión 135 se puede realizar tal como se indica en la figura 26.

5 Con respecto a la forma de realización ilustrada en la figura 4 y después ella, esta forma de realización prevé que el elemento inductivo de transmisión 420 esté dispuesto en la rama eléctrica 170, en serie entre el circuito de conmutación 250 correspondiente y la armadura de transmisión 165 correspondiente.

10 En la práctica, esta forma de realización prevé la sustitución de la inductancia 220 ya prevista en las formas de realización de la figura 4 y después de ella directamente por el elemento inductivo 420.

15 Aprovechando la solución circuital de la figura 26, una forma de realización preferida del sistema 100 prevé finalmente que cada una de las armaduras de transmisión 165 ilustradas en la figura 3 se pueda sustituir por un grupo de armaduras de transmisión 165B, por ejemplo un grupo de cuatro armaduras de transmisión 165B que tengan por ejemplo una forma sustancialmente triangular tal como se ilustra en la figura 27, donde cada armadura de transmisión 165B está asociada a un elemento inductivo de transmisión 420 respectivo, por ejemplo al que sea adyacente a ella, para definir el aparato de transmisión 145 de un único grupo de transmisión 135 con la misma.

20 Evidentemente, esta división de las armaduras de transmisión 165 también se puede adoptar en el caso en el que los grupos de transmisión se realicen de acuerdo con la forma de realización de la figura 4 y posteriores.

Cabe señalar cómo las formas de realización que usan grupos de transmisión 135 con aparatos de transmisión 145 del tipo capacitivo/inductivo híbrido permiten una gran versatilidad de uso.

25 En particular, con un único dispositivo de alimentación 105 es posible crear muchos acoplamientos de recarga con múltiples dispositivos destinados a ser alimentados 110 diferentes, dispuestos a distancias diferentes, basados en principios de recepción diferentes, por ejemplo capacitivos, inductivos, resonantes magnéticos, RF, etcétera, sobre frecuencias de funcionamiento diferentes e independientes, también gracias a la posibilidad de insertar una red de adaptación pasiva o activa adecuada en un circuito secundario y/o en un circuito del dispositivo de alimentación 105.

30 Si, por ejemplo, la distancia entre el dispositivo de alimentación 105 y el dispositivo para ser alimentado 110 es muy corta (por ejemplo, un portátil o teléfono móvil que se apoye directamente sobre la superficie activa 160 del dispositivo de alimentación 105), el sistema puede aprovechar de manera ventajosa y preferente el acoplamiento capacitivo, y puede aprovechar posiblemente el acoplamiento inductivo solo como una contribución energética adicional.

35 Y viceversa, en distancias más grandes el acoplamiento inductivo puede ser ventajoso, y, a medida que aumente la distancia, puede resultar útil reconfigurar el sistema dinámicamente para que funcione a través de un acoplamiento resonante magnético, y a distancias incluso mayores para que actúe como antena de transmisión acoplada a una o más antenas de recepción.

40 Esto, por lo tanto, posibilita llevar a cabo la transferencia de energía no solamente para cualquier posición del dispositivo para ser alimentado 110 en la superficie activa 160, sino también para diversas distancias en la dirección ortogonal/vertical (desde unos pocos cm a unos pocos metros), cambiando también dinámicamente el tipo de acoplamiento preferente entre capacitivo, inductivo, resonante magnético y/o basado en antenas.

45 Debe ponerse énfasis también en que los elementos de transmisión, tanto inductivos como capacitivos, en particular a una distancia elevada, pueden aprovecharse como antenas múltiples excitadas a altas frecuencias, por ejemplo, RF, tal que generen interferencias constructivas y destructivas en el espacio útiles, por ejemplo, para llegar a antenas objetivo con haces direccionales particularmente precisos.

50 Debe ponerse énfasis también en cómo los sistemas para controlar los grupos de transmisión 135 son capaces de activar solamente las armaduras de transmisión 165 y los elementos de transmisión inductivos 420 que están cerca de las armaduras de recepción 175 y 180 y del inductor de recepción 435/435A, logrando una aproximación muy eficaz de la forma del dispositivo para ser alimentado 110.

55 Debe ponerse énfasis también en cómo la presencia de grupos de transmisión 135 que tienen aparatos de transmisión 145 del tipo capacitivo/inductivo híbrido también puede ser compatible con dispositivos destinados a ser alimentados 110 que tengan aparatos de recepción solamente inductivos o solamente capacitivos, y que, en función del tamaño y el número de transmisores y receptores, es posible cambiar la frecuencia de funcionamiento del sistema de cientos de kHz hasta GHz.

60 Por lo tanto, el sistema propuesto es particularmente adecuado para transmitir inalámbricamente alta potencia y señales a elevada velocidad a través de una superficie activa 160 basándose en un acoplamiento capacitivo/inductivo, basándose en antenas o de manera híbrida. La superficie activa 160 puede estar constituida por una matriz de aparatos de transmisión 145 que están compuestos por armaduras de transmisión 165 y

5 elementos de transmisión inductivos 420 que son gobernados mediante circuitos de potencia 155 y circuitos de gestión de señales 150 adecuados. Cuando los dispositivos destinados a ser alimentados 110, por ejemplo, teléfonos inteligentes, portátiles, pantallas, ordenadores y televisiones se acercan a la superficie activa 160, las armaduras de recepción 175 y 180 insertadas en el dispositivo para ser alimentado 110, típicamente de tamaño mayor con respecto a las armaduras de transmisión 165, determinan capacidades con esta últimas a través de las cuales se pueden transmitir energía y datos incluso simultáneamente. De manera simultánea, también se pueden crear acoplamientos inductivos entre los elementos inductivos de recepción 435/435A y los elementos de transmisión 420 correspondientes, con la ventaja, con respecto a técnicas conocidas, de poder crear también, para la transmisión inductiva, un circuito de transmisión que se puede reconfigurar dinámicamente en función de la forma y la impedancia del circuito de recepción inductivo.

15 Es particularmente relevante resaltar cómo, para reducir adicionalmente los costes de industrialización, cualquier forma de realización del dispositivo de alimentación 105 antes descrito se puede materializar usando técnicas basadas en película delgada (TFT) como aquellas aprovechadas exitosamente en el mundo de las pantallas LCD. A través de dichas técnicas es posible diseñar los componentes activos, y en particular el interruptor de potencia útil para excitar cada armadura, por ejemplo, mosfet de tipo N, directamente en el sustrato, reduciendo sustancialmente el coste del sistema.

20 De manera similar, es posible diseñar los componentes pasivos (en particular las inductancias y las capacidades) directamente en las capas conductoras por las cuales está compuesta la película. De esta manera, el dispositivo de alimentación 105 se convierte en una especie de alfombrilla o película delgada que resulta extremadamente sencilla de alimentar, es cortable, es flexible y se gobierna con circuitos integrados extremadamente rentables, ya que la circuitería de alimentación completa (interruptores y elementos pasivos) y una gran cantidad de la circuitería de las señales (en particular, aunque no de forma exclusiva, elementos pasivos y el filtro) están diseñadas sustancialmente con un coste cero en las capas conductoras.

30 Por lo tanto, esta alfombrilla o película delgada es fácil de insertar en muebles tales como mesas, paredes, escritorios, mobiliario diverso o suelos, y hace que resulte posible, de una manera rentable y eficiente, alimentar e interconectar inalámbricamente dispositivos tales como pantallas, televisiones, ordenadores, portátiles teléfonos inteligentes, tabletas, dispositivos ponibles, electrodomésticos y cualquier otro dispositivo eléctrico y electrónico.

35 Evidentemente, los expertos en la materia pueden aportar numerosas modificaciones técnicas/de aplicación a lo que se ha descrito anteriormente, sin apartarse, por ello, del alcance de la invención según se reivindica seguidamente.

REIVINDICACIONES

1. Sistema (100) para transferir inalámbricamente potencia eléctrica a una carga eléctrica (115), que comprende:

5

- un dispositivo de alimentación (105) y
- un dispositivo para ser alimentado (110) físicamente separado e independiente del dispositivo de alimentación,

10

en el que el dispositivo para ser alimentado (110) comprende:

15

- la carga eléctrica para ser alimentada,
- un circuito de control (125) adaptado para generar una señal de reloj, y
- un aparato de recepción (120) de la potencia eléctrica conectado a la carga eléctrica (115),

20

y en el que el dispositivo de alimentación (105) comprende por lo menos un grupo de transmisión (135) de la potencia eléctrica que incluye:

25

- un aparato de transmisión (145) adaptado para realizar un acoplamiento magnético y/o eléctrico no conductor con el aparato de recepción (120) del dispositivo para ser alimentado (110),

30

- un circuito de gestión de señales (150) adaptado para recibir la señal de reloj generada por el circuito de control (125) del dispositivo para ser alimentado (110) y para generar una señal piloto que tiene una frecuencia proporcional a la frecuencia de la señal de reloj, y

35

- un circuito de potencia (155) adaptado para recibir la señal piloto generada por el circuito de gestión de señales (150) y para aplicar al aparato de transmisión (145) una onda de voltaje que es variable periódicamente a lo largo del tiempo con una frecuencia igual a la frecuencia de la señal piloto.

2. Sistema (100) según la reivindicación 1, comprendiendo el dispositivo de alimentación (105) una pluralidad de grupos de transmisión (135).

35

3. Sistema (100) según la reivindicación 2, en el que el aparato de transmisión (145) de cada grupo de transmisión (135) comprende:

40

- por lo menos una armadura de transmisión (165) conectada al circuito de potencia (155) correspondiente y al circuito de gestión de señales (150) correspondiente,

y en el que el aparato de recepción (120) del dispositivo para ser alimentado (110) comprende:

45

- una primera armadura de recepción (175) adaptada para estar encarada a la armadura de transmisión (165) de un primer grupo de transmisión (135) para realizar una primera capacidad eléctrica,
- una segunda armadura de recepción (180) adaptada para estar encarada a la armadura de transmisión (165) de un segundo grupo de transmisión (135) para realizar una segunda capacidad eléctrica.

50

4. Sistema (100) según la reivindicación 3, en el que el circuito de control (125) del dispositivo para ser alimentado (110) está conectado a la primera armadura de recepción (175) para aplicar a la primera armadura de recepción la señal de reloj, y en el que el circuito de gestión de señales (150) de cada grupo de transmisión (135) está conectado a la armadura de transmisión (165) correspondiente para poder recibir la señal de reloj.

55

5. Sistema (100) según la reivindicación 4, en el que el dispositivo para ser alimentado comprende:

60

- una inductancia (205) conectada en serie entre la primera armadura de recepción (175) y la carga eléctrica (115), y
- una capacidad (210) conectada en serie entre la primera armadura de recepción (175) y el circuito de control (125).

6. Sistema (100) según la reivindicación 4 o 5, en el que cada grupo de transmisión (135) del dispositivo de alimentación (105) comprende una inductancia (220) conectada en serie entre el circuito de potencia (155) correspondiente y la armadura de transmisión (165) correspondiente.

65

- 5 7. Sistema (100) según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, en el que cada grupo de transmisión (135) del dispositivo de alimentación (105) comprende un interruptor de activación (225) adaptado para conectar selectivamente la armadura de transmisión (165) al circuito de potencia (155) correspondiente y al circuito de gestión de señales (150) correspondiente o a un potencial de referencia.
8. Sistema (100) según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 7, en el que cada grupo de transmisión (135) del dispositivo de alimentación (105) comprende una pluralidad de armaduras de transmisión (165A) conectadas al mismo circuito de potencia (155) y al mismo circuito de gestión de señales (150).
- 10 9. Sistema (100) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el aparato de transmisión (145) de cada grupo de transmisión (135) comprende:
- por lo menos un elemento inductivo de transmisión (420) conectado al circuito de potencia (155),
- 15 y en el que el aparato de recepción (120) del dispositivo para ser alimentado (110) comprende:
- por lo menos un elemento inductivo de recepción (435) conectado a la carga eléctrica (115) y adaptado para realizar un acoplamiento inductivo con el elemento inductivo de transmisión (420) del grupo de transmisión (135).
- 20 10. Sistema (100) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el circuito de potencia (155) de cada grupo de transmisión (135) comprende por lo menos un circuito de conmutación (250) adaptado para recibir la señal piloto generada por el circuito de gestión de señales (150) y para conectar el aparato de transmisión (145) a un generador de voltaje (140) de una manera intermitente y periódica, con una frecuencia igual a la frecuencia de la señal piloto.
- 25 11. Sistema (100) según la reivindicación 10, en el que el circuito de conmutación (250) comprende un par de interruptores eléctricos (255, 260) conectados en serie entre el generador de voltaje (140) y un potencial de referencia, estando un nodo central (265) conectado al aparato de transmisión (145) comprendido entre dichos interruptores.
- 30 12. Sistema (100) según la reivindicación 10, en el que el circuito de conmutación (250) comprende una inductancia (275) y un interruptor (280) conectado en serie entre el generador de voltaje (140) y un potencial de referencia, estando un nodo central (285) conectado al aparato de transmisión (145) comprendido entre dicha inductancia y dicho inductor.
- 35 13. Sistema (100) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el circuito de gestión de señales (150) comprende un filtro pasoalto (240) para filtrar la señal de reloj.
- 40 14. Sistema (100) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el circuito de gestión de señales (150) comprende un divisor de frecuencia (245) para reducir la frecuencia de la señal de reloj.
- 45 15. Sistema (100) según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 14, en el que el circuito de control (125) del dispositivo para ser alimentado (110) está adaptado para generar y para aplicar una segunda señal de reloj a la segunda armadura de recepción (180).
- 50 16. Sistema (100) según la reivindicación 15, en el que el circuito de gestión de señales (150) de cada grupo de transmisión (135) comprende:
- un módulo (315) para generar una señal en contrafase con respecto a la señal de reloj, y
 - un módulo de control (325) adaptado para seleccionar como señal piloto la señal de reloj o la señal en contrafase.
- 55 17. Sistema (100) según la reivindicación 16, en el que el módulo de control (325) está conectado a un sensor (380) adaptado para generar una señal de posición indicativa de la posición relativa del dispositivo para ser alimentado (110) y está configurado para seleccionar la señal piloto sobre la base de dicha señal de posición.
- 60 18. Sistema (100) según la reivindicación 16, en el que el módulo de control (325) está configurado para medir el valor de un parámetro indicativo de una magnitud característica de la señal de reloj, para comparar el valor medido con un valor de referencia de dicho parámetro y para seleccionar la señal piloto según si el valor de referencia es mayor o menor que el valor de referencia.
- 65 19. Sistema (100) según la reivindicación 18, en el que dicha magnitud característica de la señal de reloj se selecciona de entre el grupo que consiste en: el ciclo de trabajo de la señal de reloj, la amplitud de la señal de reloj y la frecuencia de la señal de reloj.

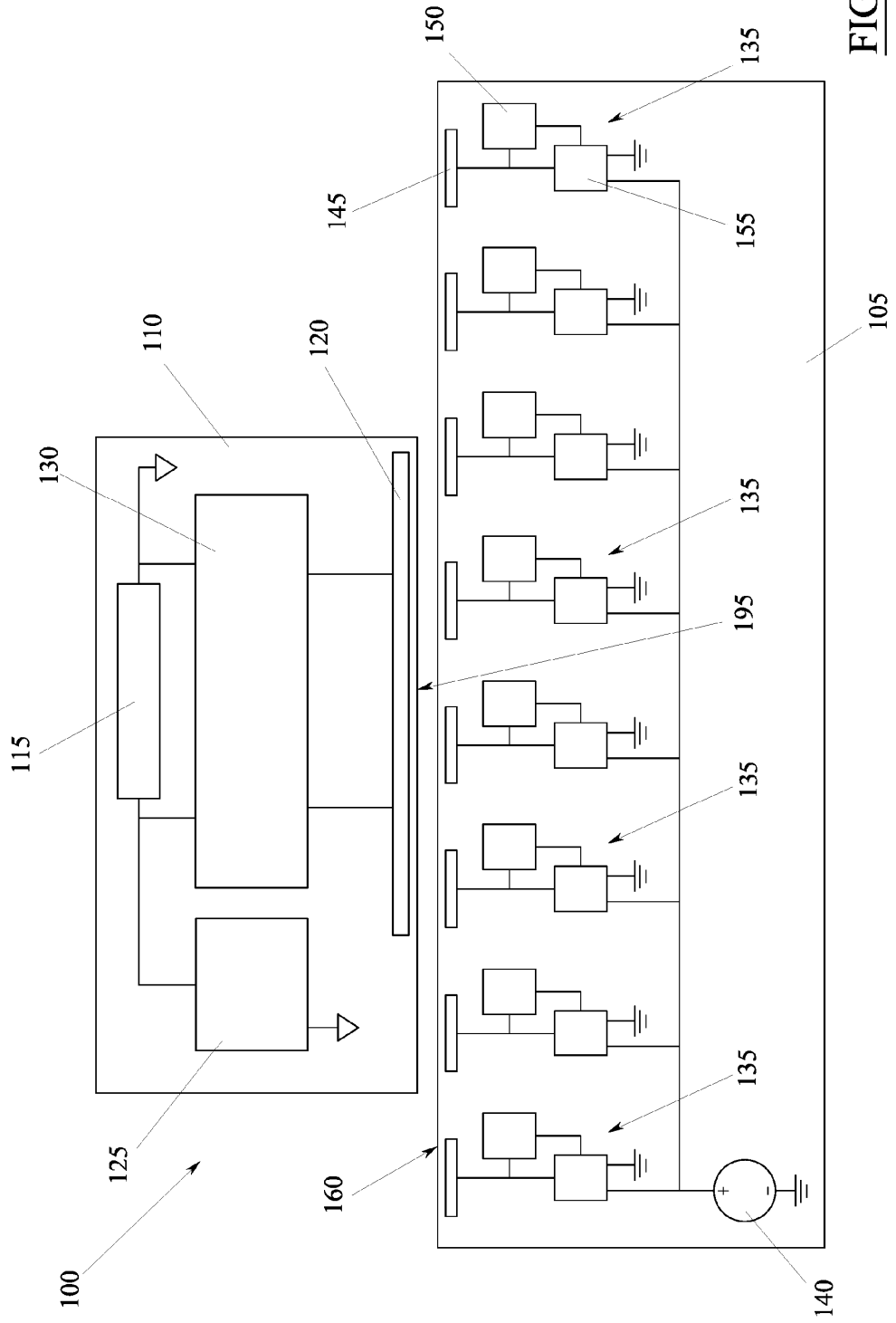


FIG. 1

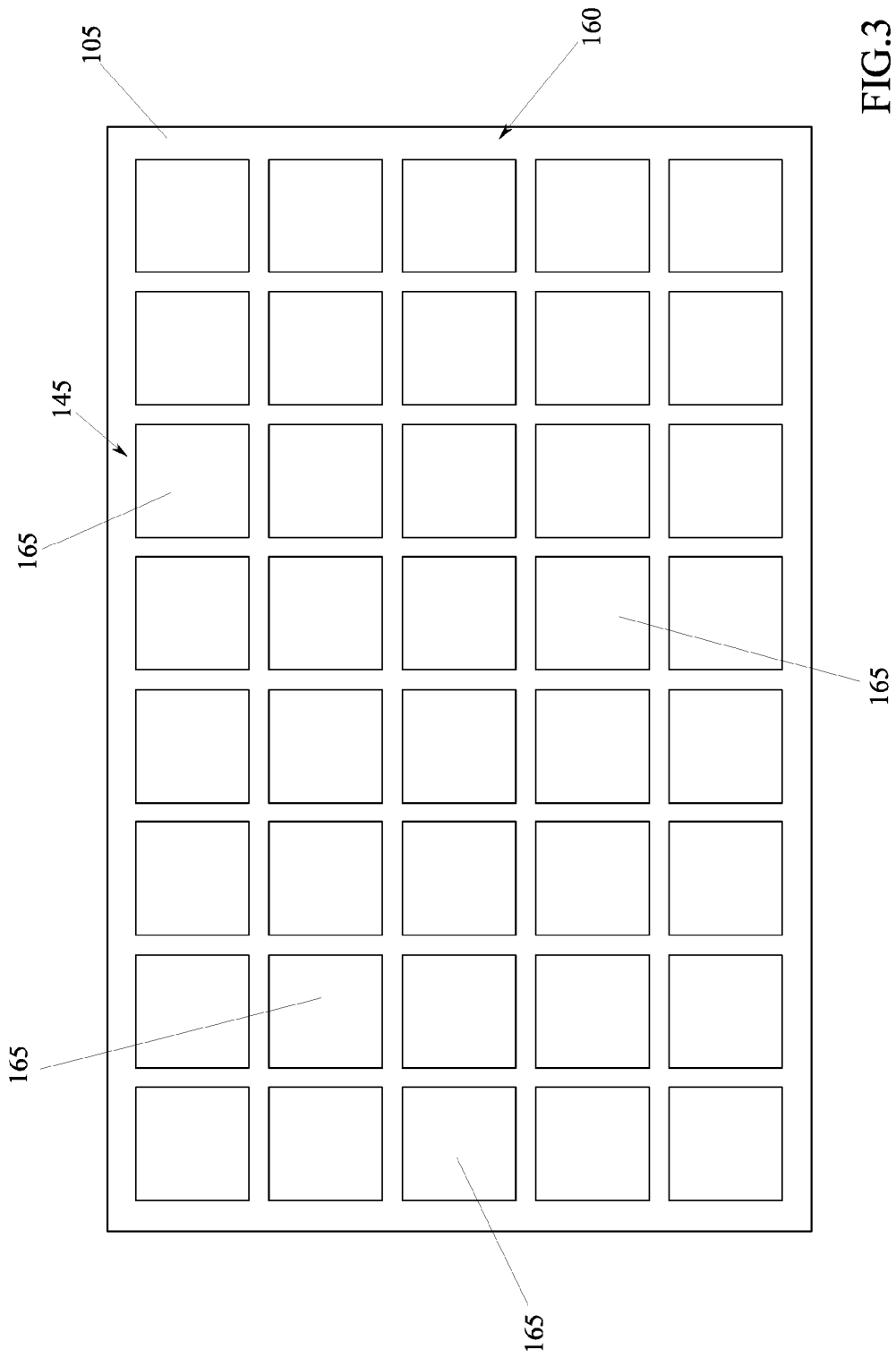


FIG.3

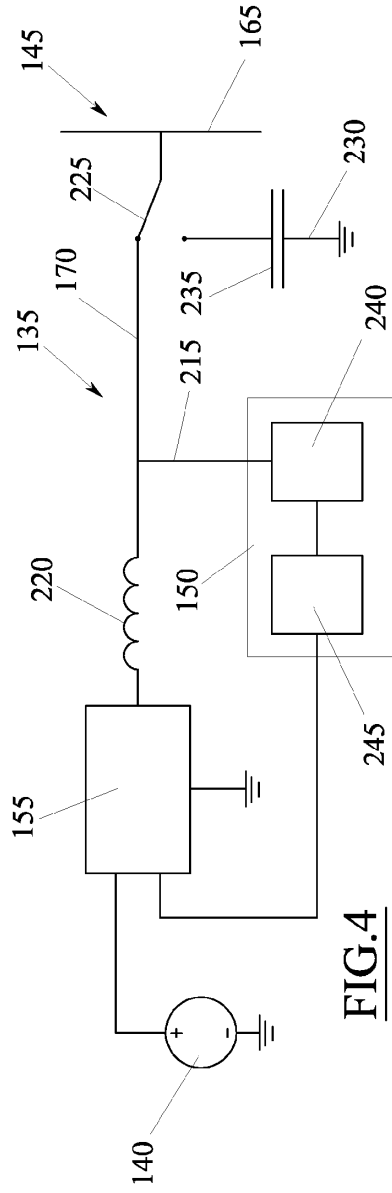


FIG. 4

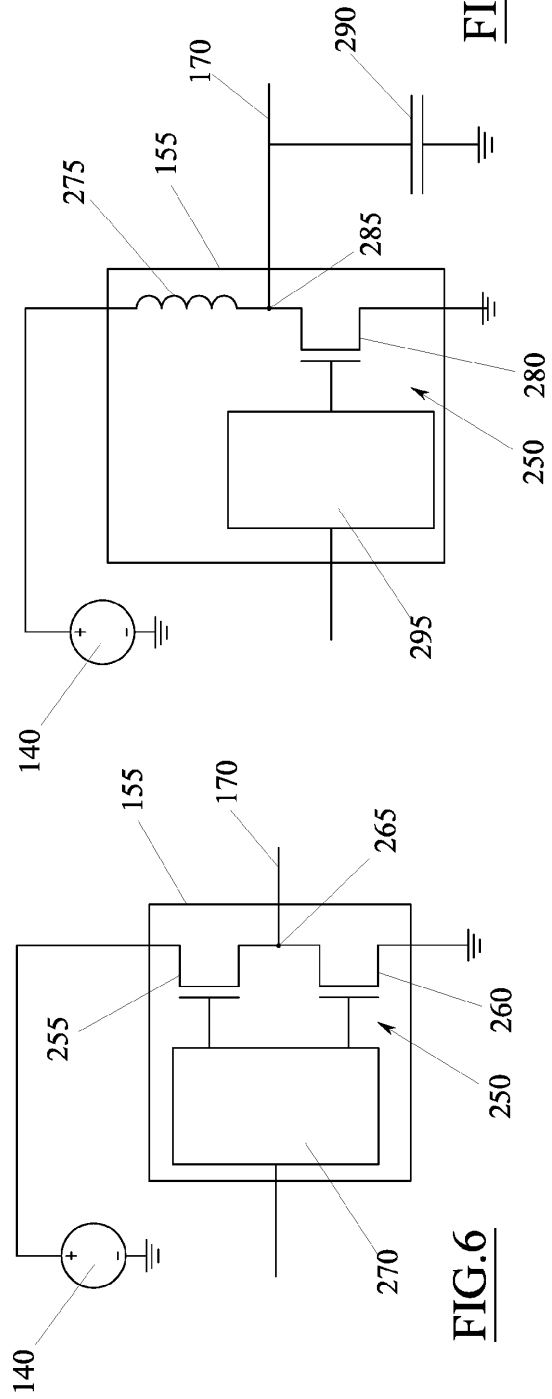


FIG. 6

FIG. 7

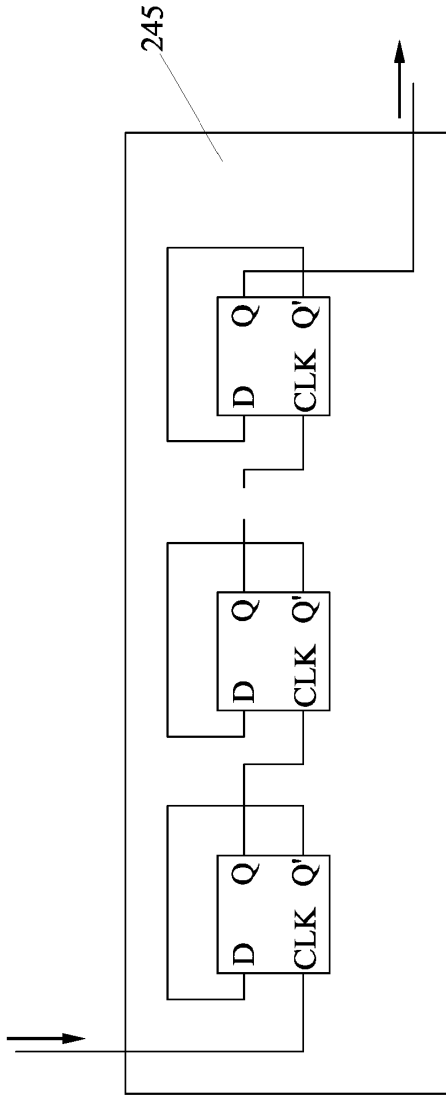


FIG. 5

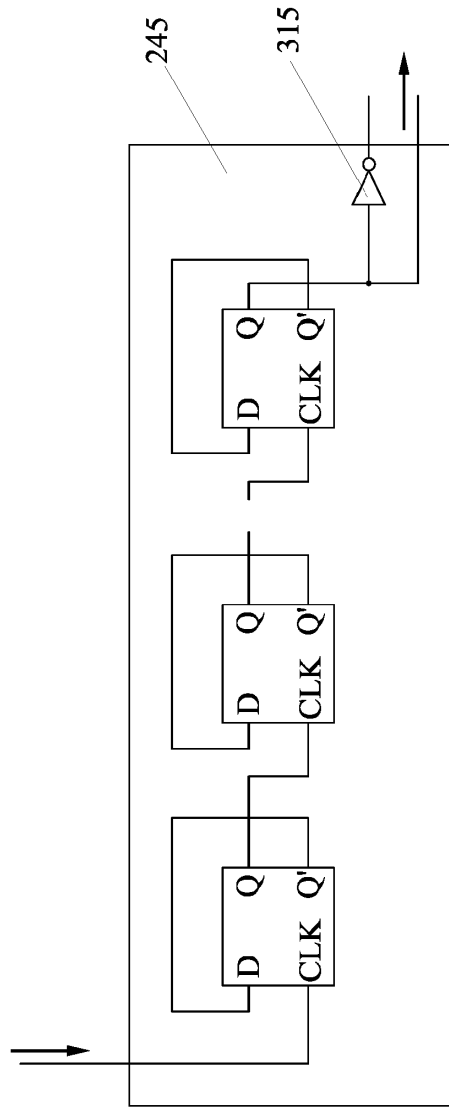


FIG. 9

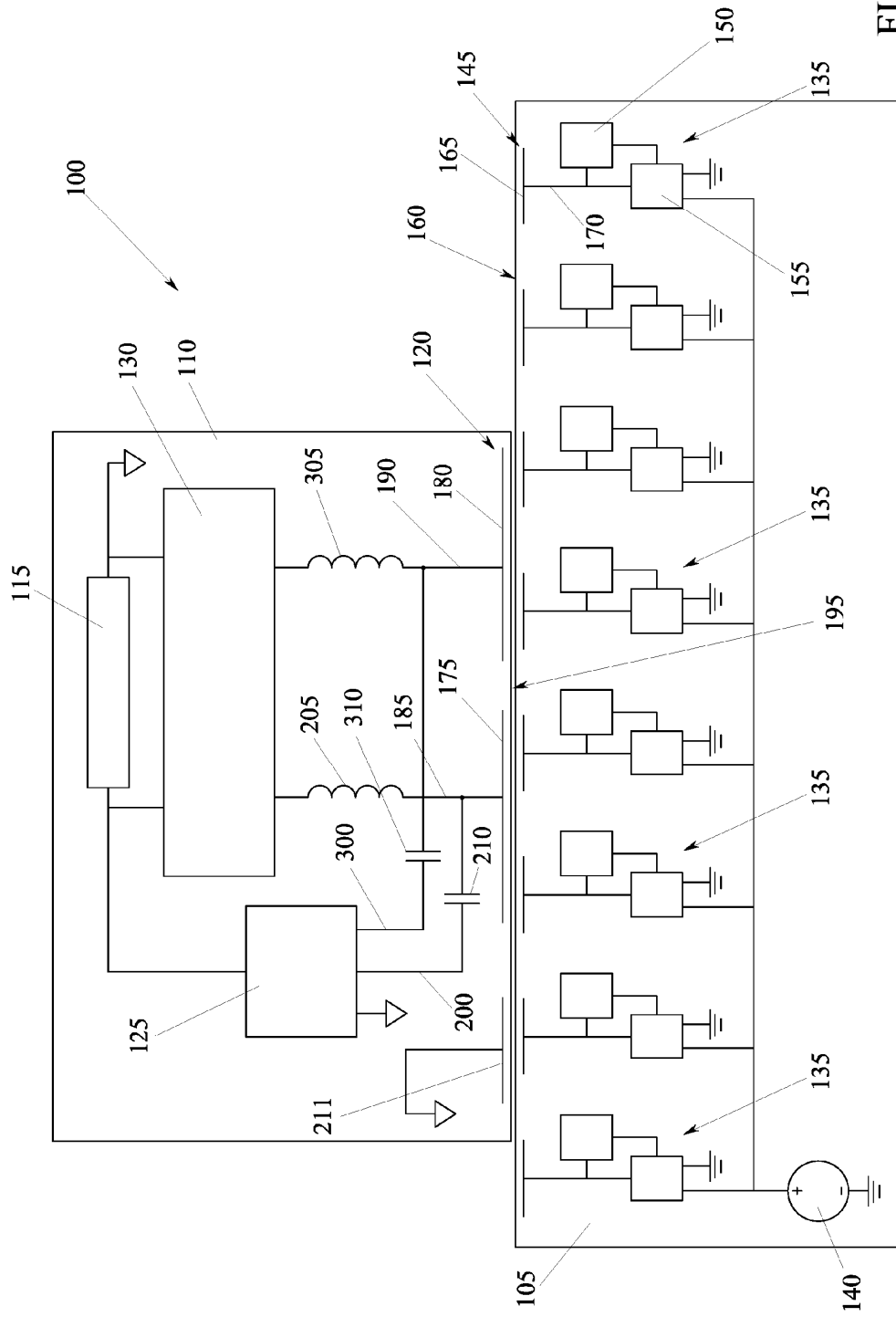


FIG. 8

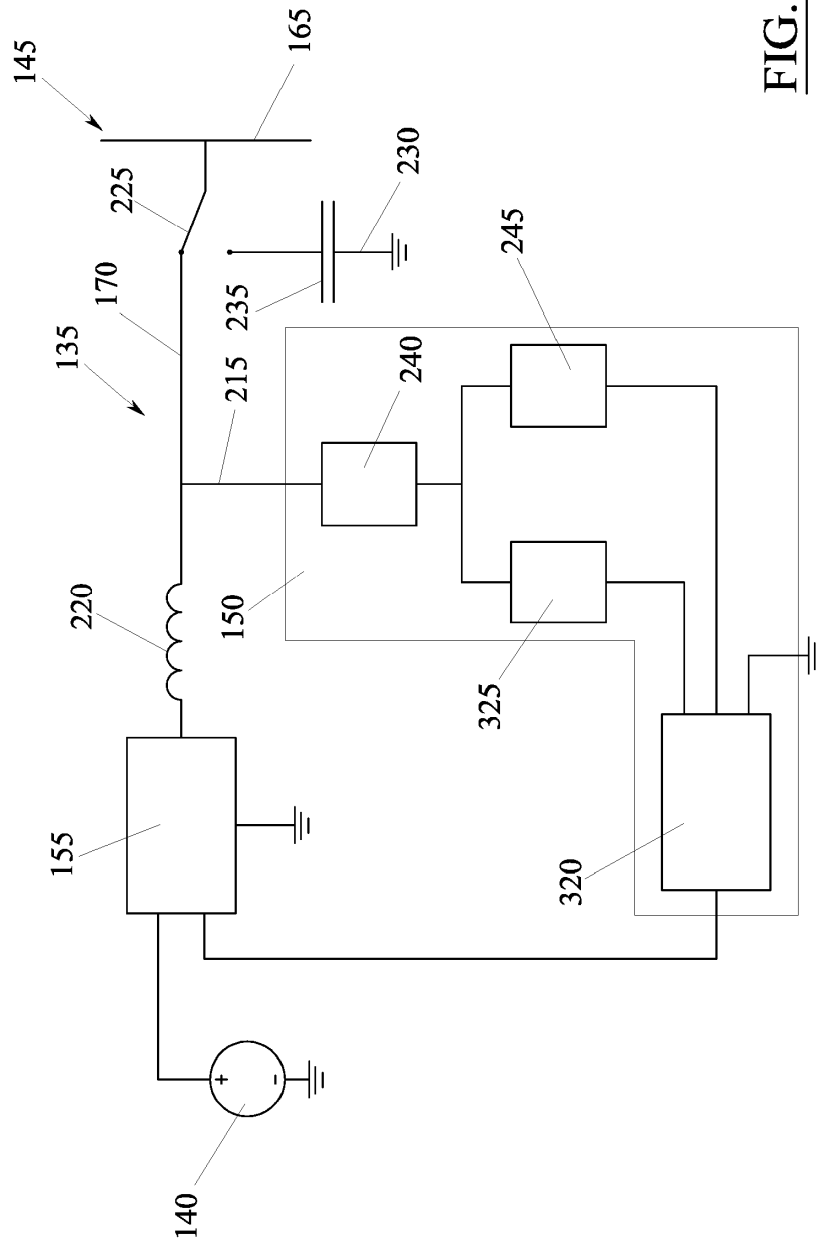


FIG.10

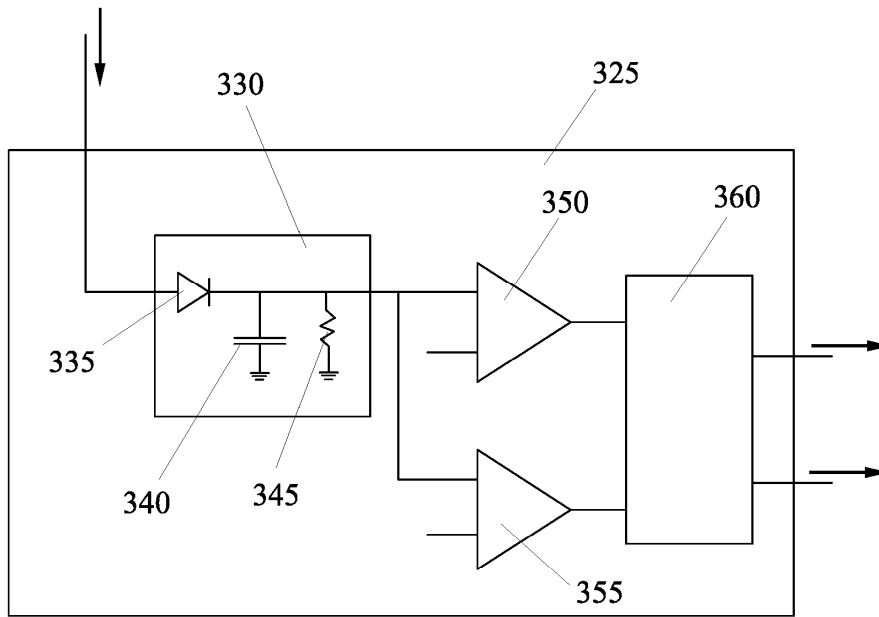


FIG.11

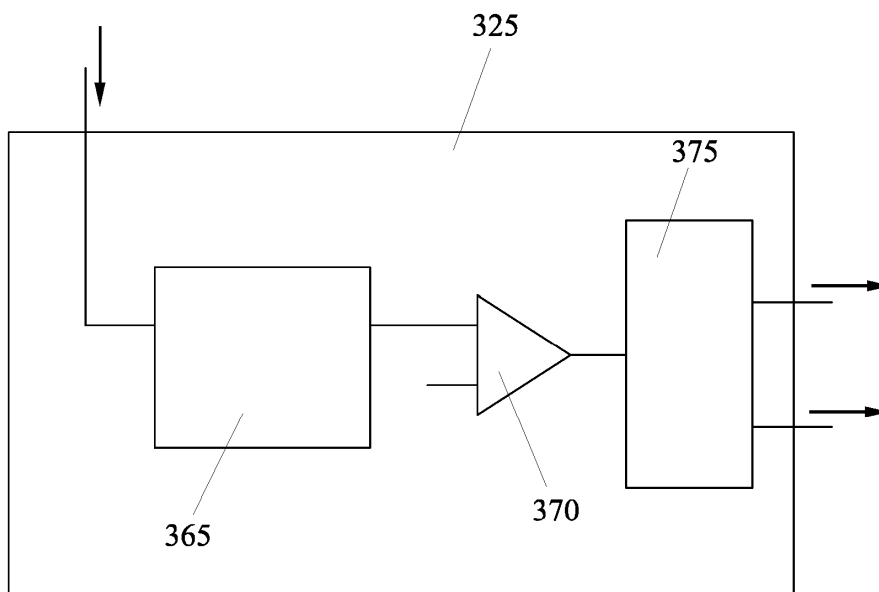


FIG.13

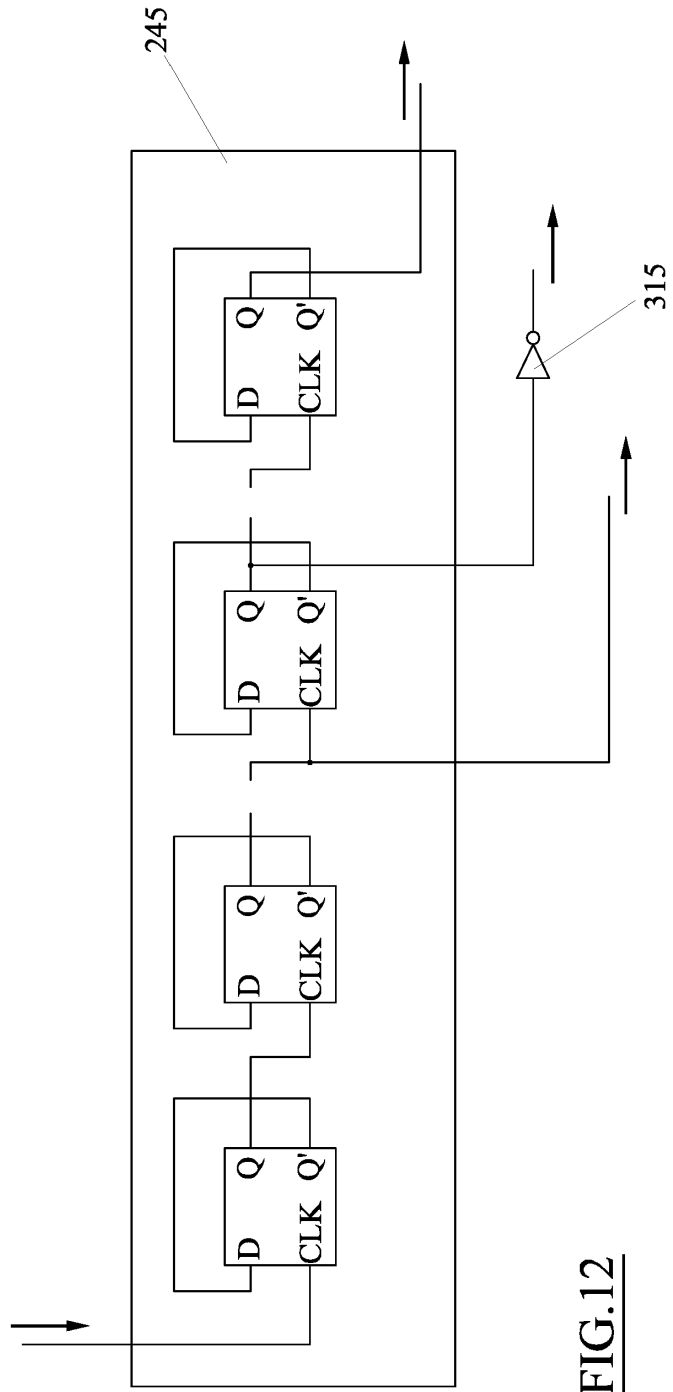


FIG.12

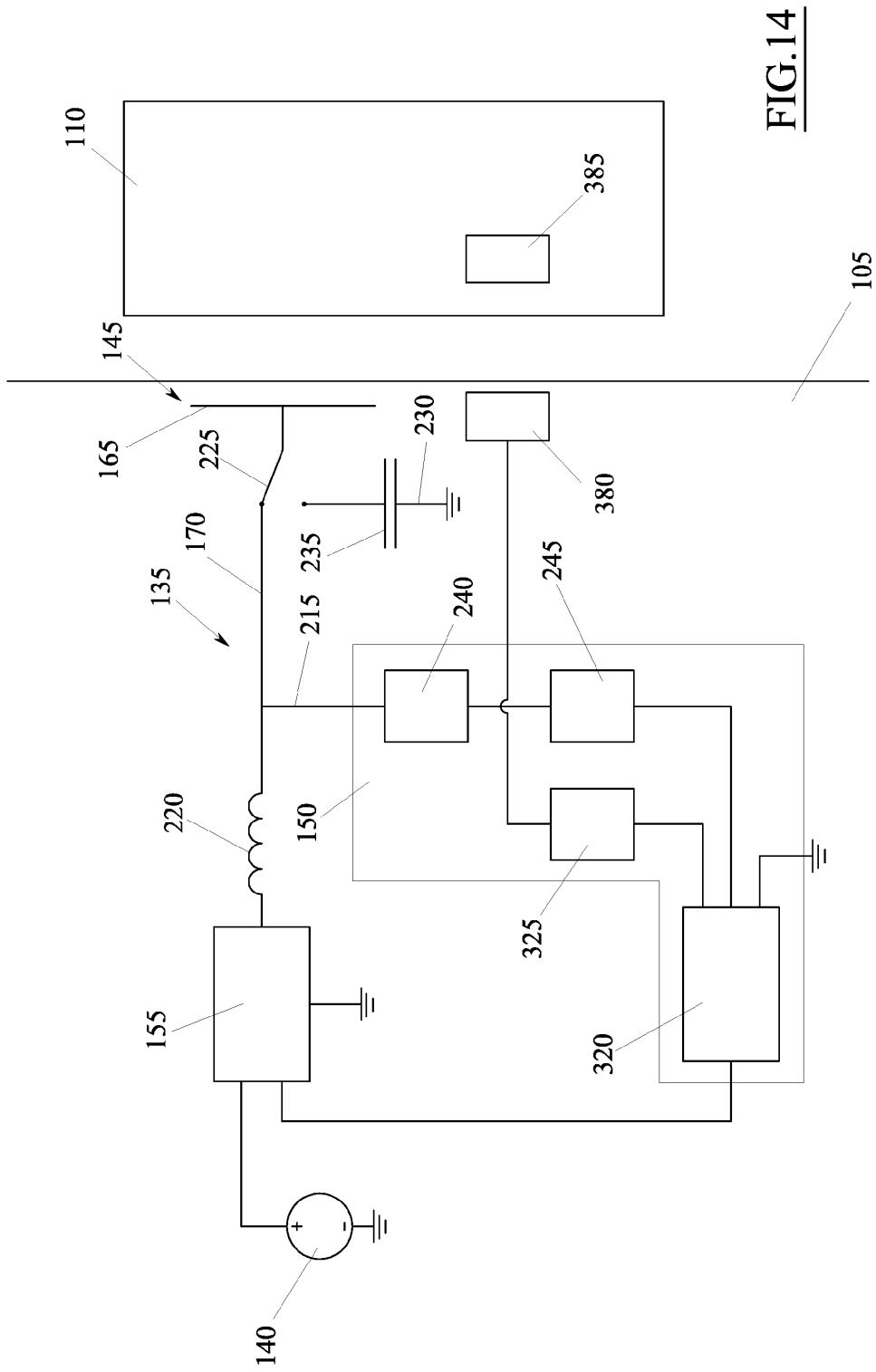


FIG.14

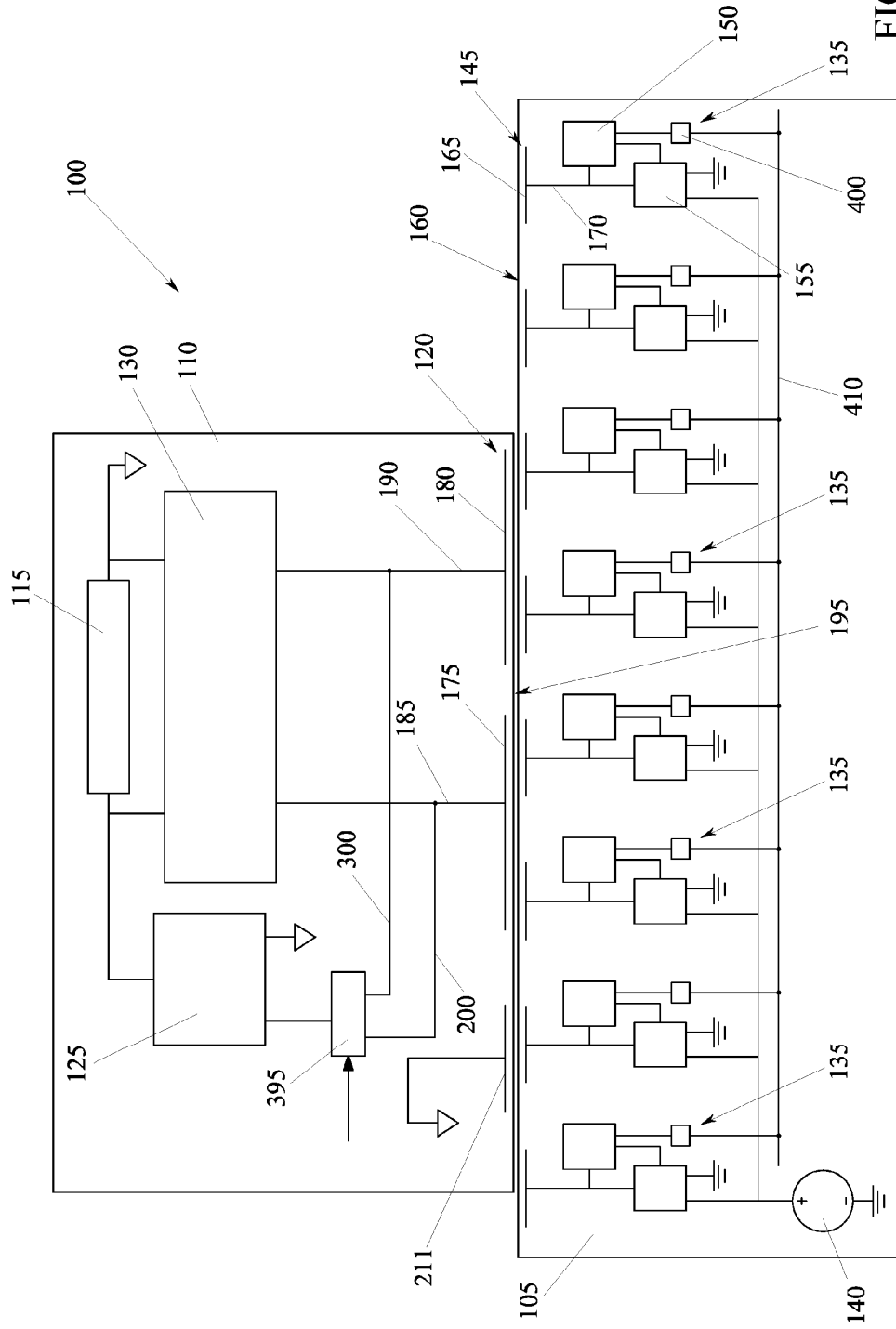


FIG.15

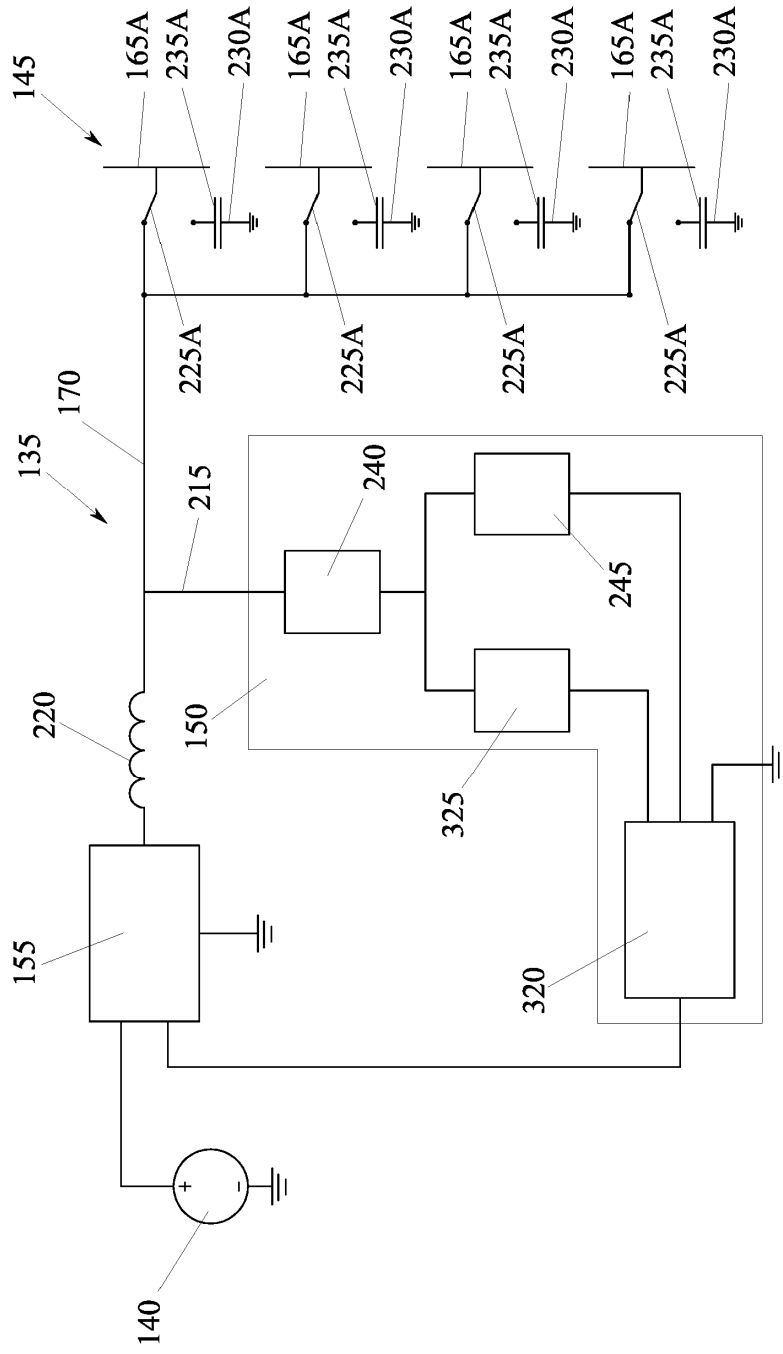


FIG.16

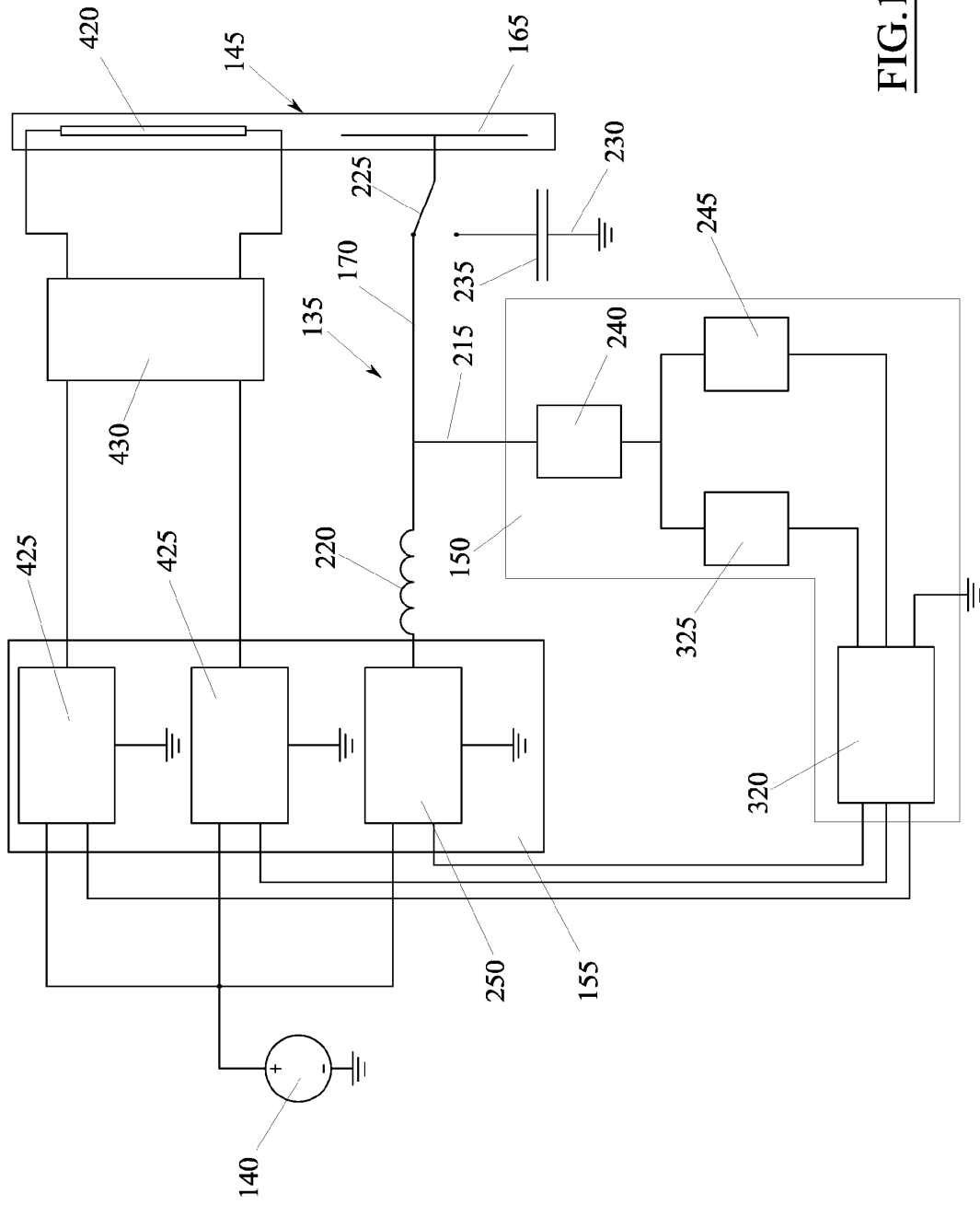


FIG.18

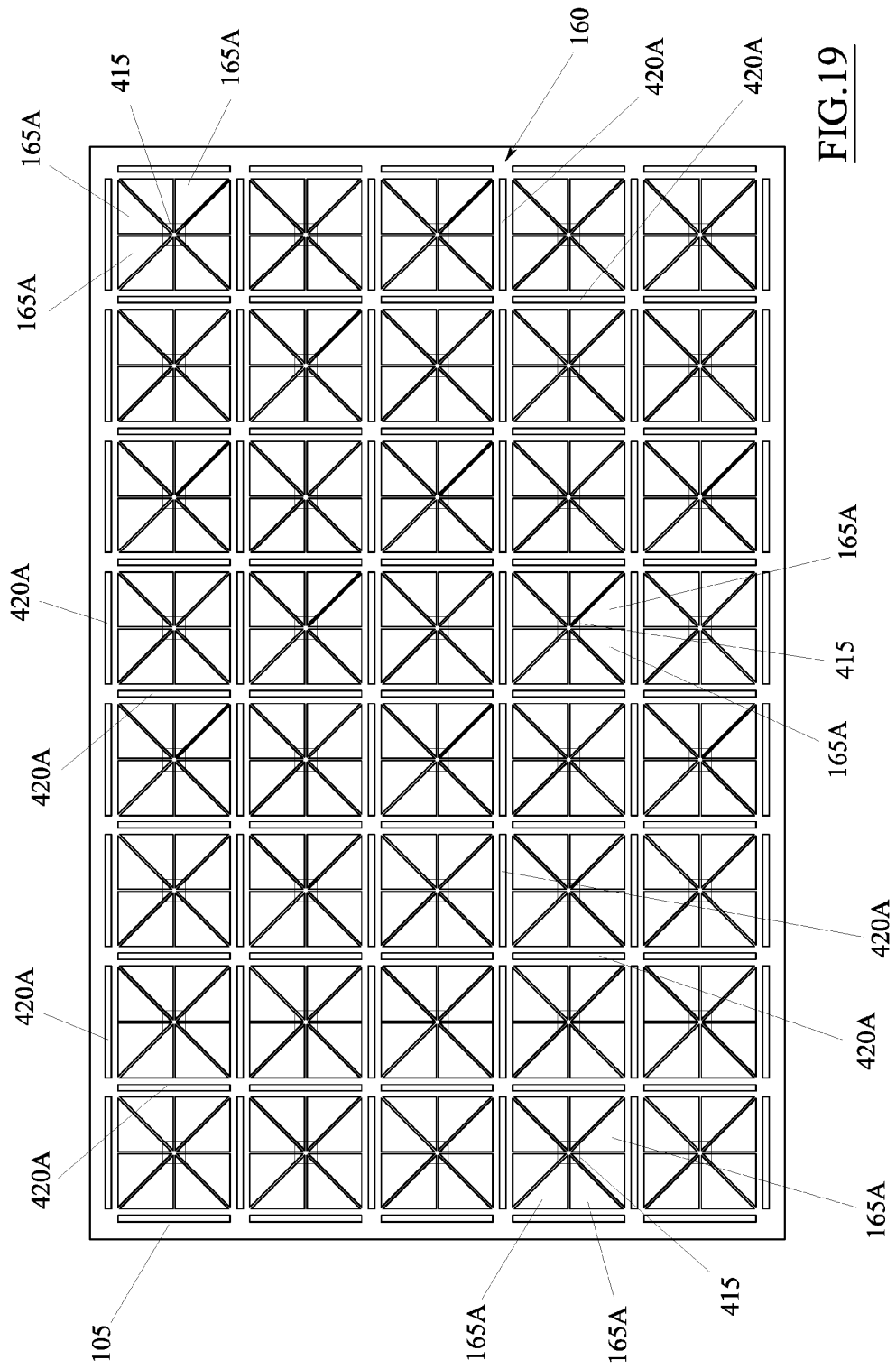


FIG. 19

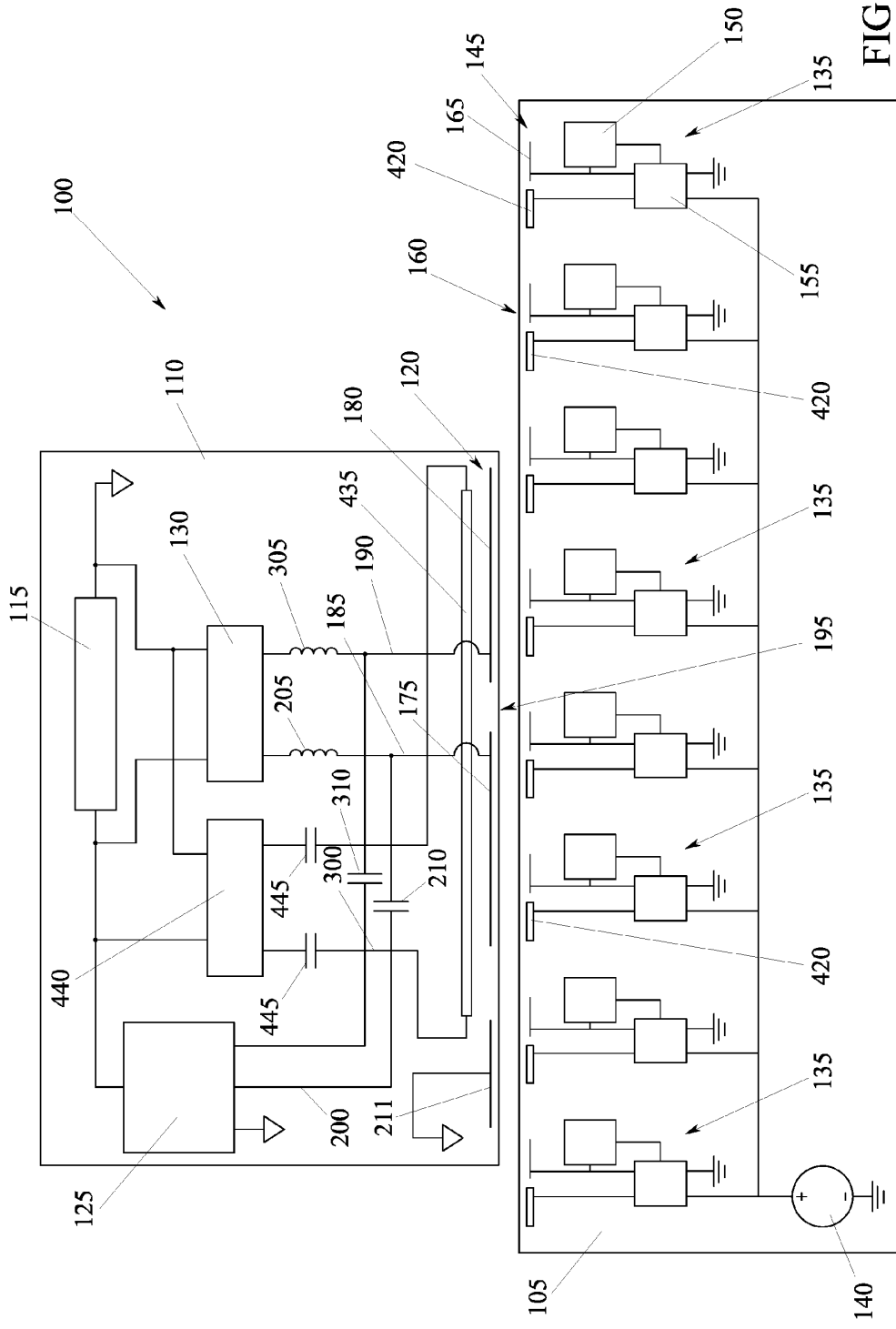


FIG. 20

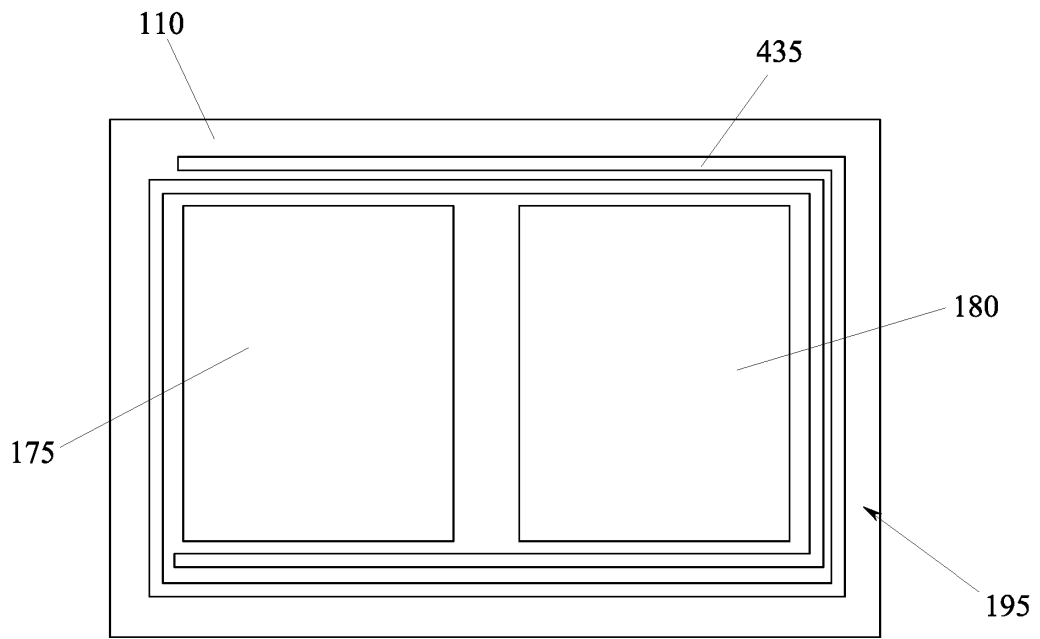


FIG.21

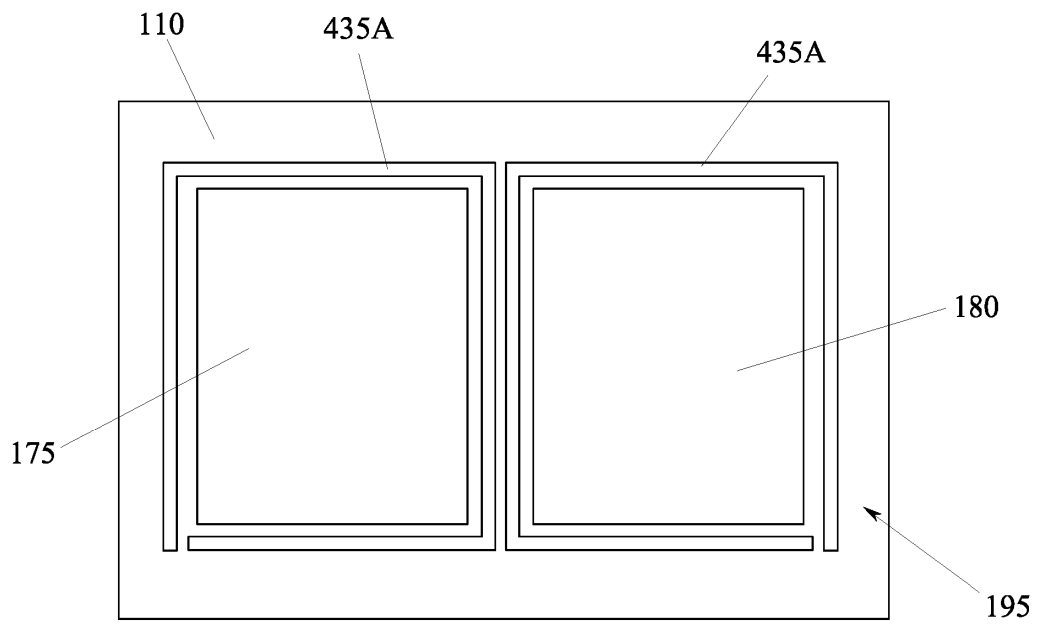


FIG.24

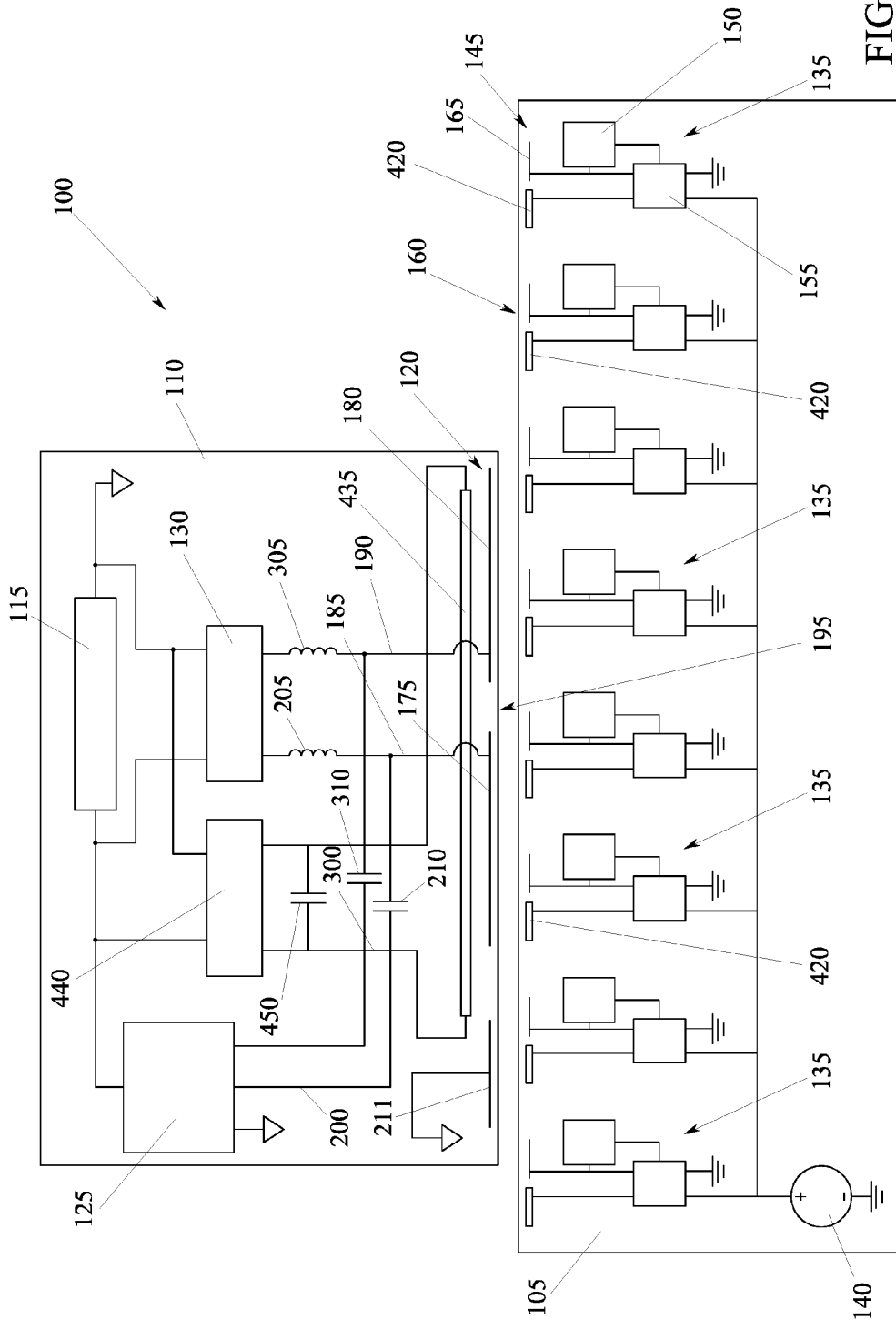


FIG. 22

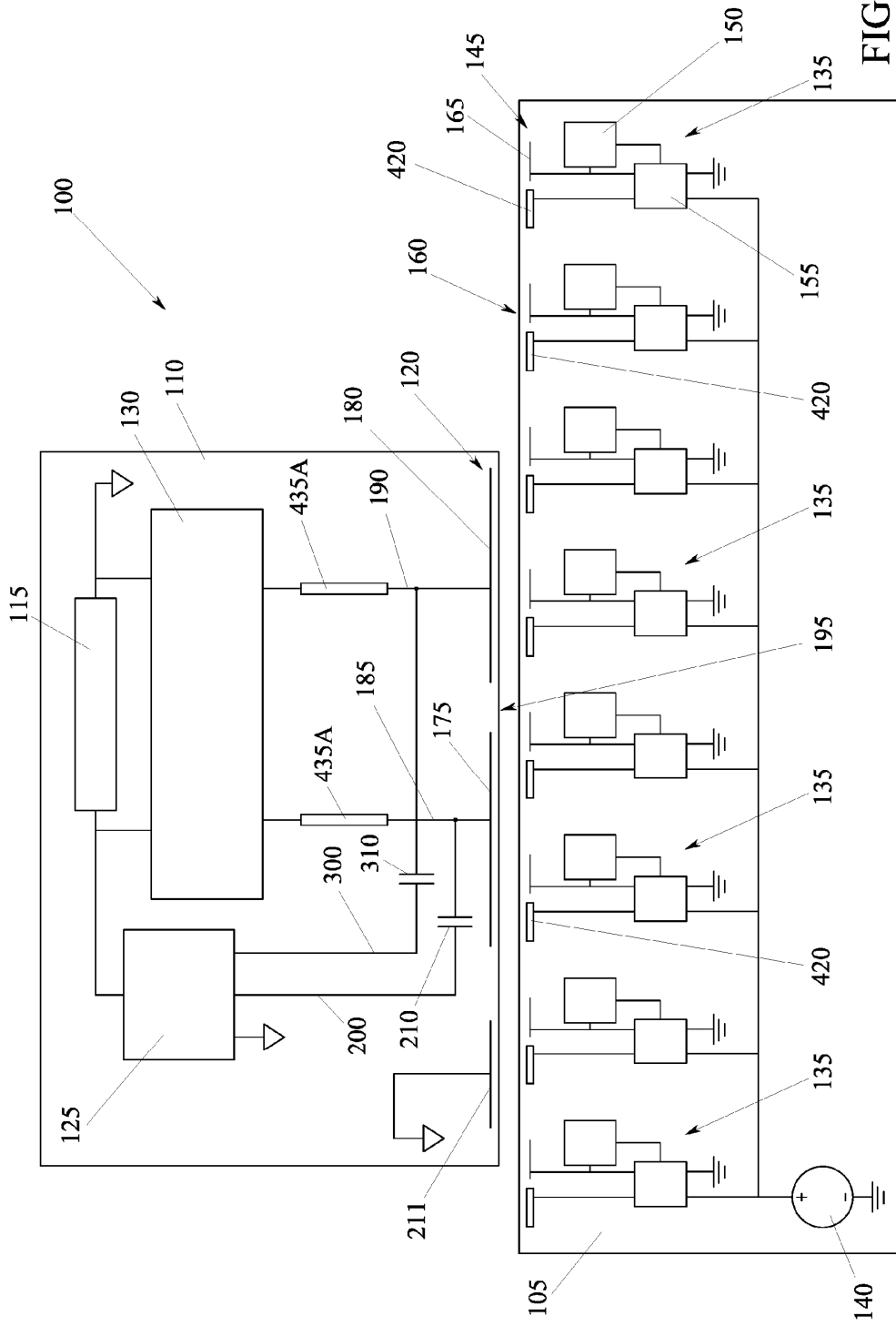


FIG. 23

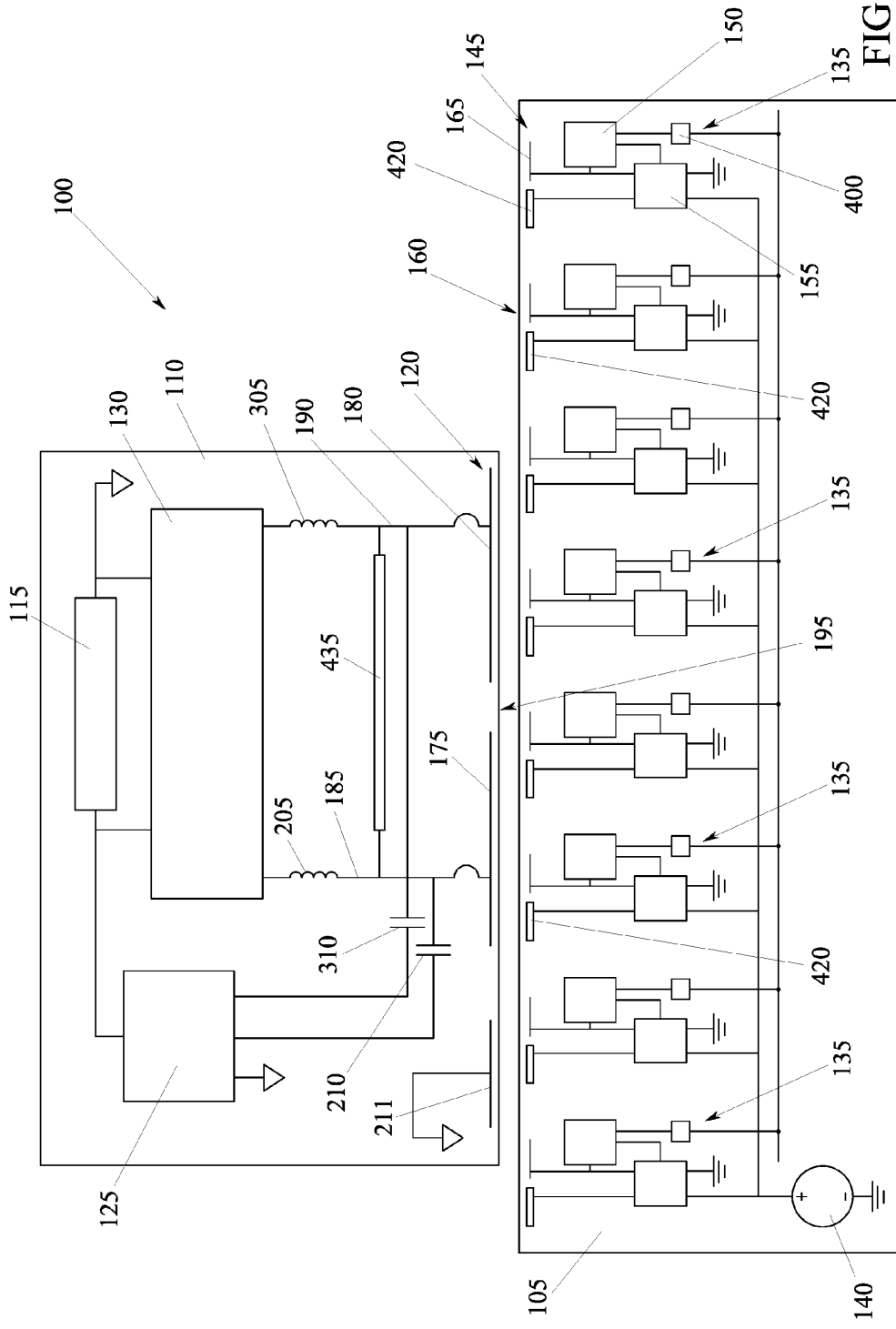


FIG. 25

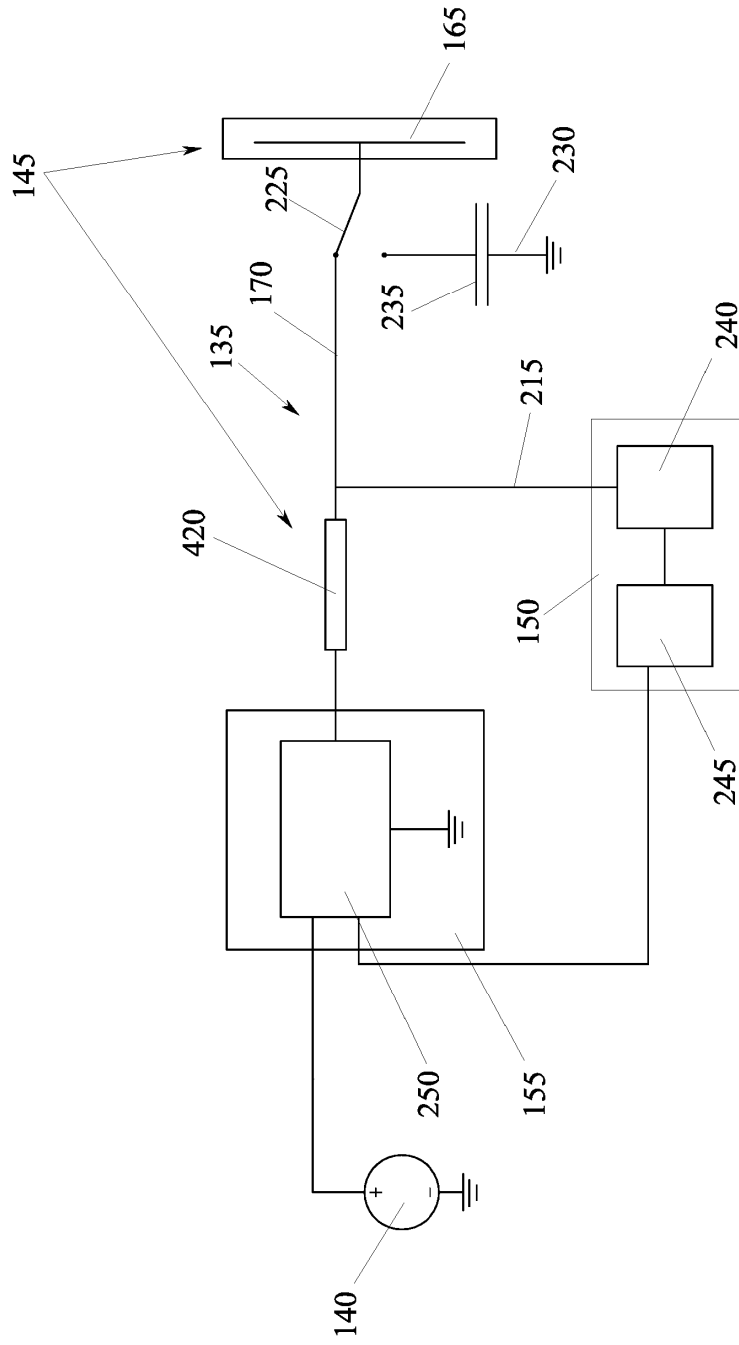


FIG.26

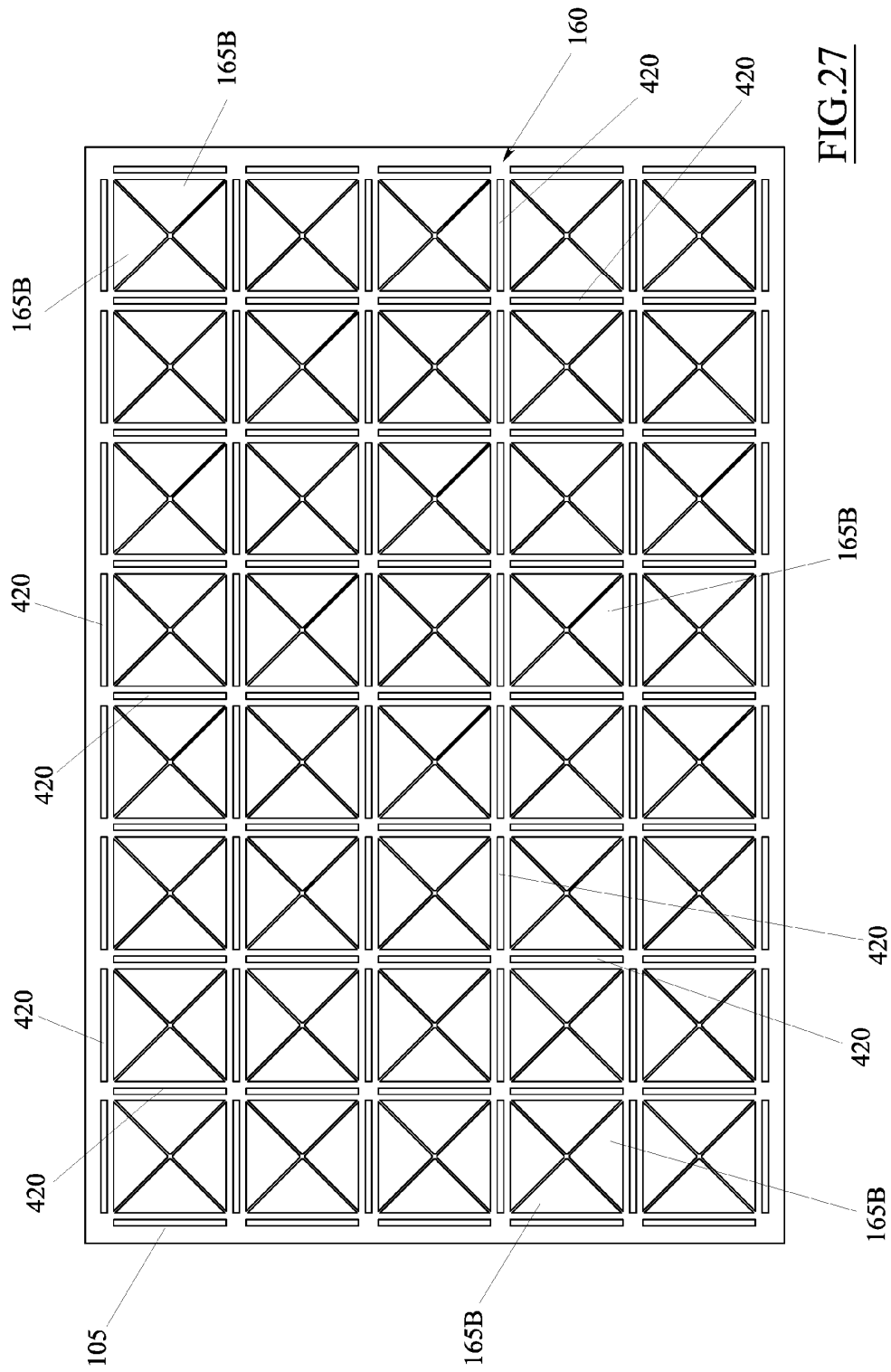


FIG. 27