

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 752 134**

51 Int. Cl.:

H02J 50/05 (2006.01)

H02J 50/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.06.2015 PCT/IB2015/001020**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.12.2015 WO15198123**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.06.2015 E 15742058 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2019 EP 3161934**

54 Título: **Un procedimiento y un aparato para transferir energía eléctrica**

30 Prioridad:

26.06.2014 IT RE20140055

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

03.04.2020

73 Titular/es:

EGGTRONIC ENGINEERING S.R.L. (100.0%)

Vía Giorgio Campagna, 8

41126 Modena, IT

72 Inventor/es:

SPINELLA, IGOR

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 752 134 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

Un procedimiento y un aparato para transferir energía eléctrica

5 Campo técnico

[0001] La presente invención se refiere en general a un procedimiento y un aparato para transferir energía eléctrica a una o más cargas eléctricas. La carga o cargas eléctricas pueden ser, por ejemplo, cualquier dispositivo eléctrico o electrónico que deba ser alimentado eléctricamente para permitir el funcionamiento del mismo y/o para cargar las baterías internas del propio dispositivo. Ejemplos clásicos de este tipo de dispositivo eléctrico/electrónico son teléfonos móviles, tabletas, televisores, sistemas de iluminación, por ejemplo, LED y similares.

Técnica anterior

[0002] Una solución aplicada con mucha frecuencia en la actualidad para transferir energía eléctrica a una carga es usar un convertidor de CA/CC capaz de convertir una corriente alterna (CA) generada, por ejemplo, por una red de distribución eléctrica común en una corriente continua (CC) capaz de alimentar la carga. La carga que debe ser cargada puede conectarse directamente al convertidor de CA/CC, por ejemplo, a través de cables de conexión habituales. Para mayor practicidad, la conexión entre la carga que debe ser cargada y el convertidor de CA/CC puede realizarse por medio de un sistema mecánico de contactos eléctricos que tenga una forma apropiada, por ejemplo, tal como placas conductoras conectadas al convertidor y que pueden colocarse en contacto con contactos eléctricos correspondientes conectados a la carga. Este sistema de contactos se realiza con una geometría apropiada, con el fin de garantizar en todo momento la conexión galvánica de los contactos a al menos dos puntos con potenciales diferentes, impidiendo al mismo tiempo cortocircuitos perjudiciales. Otra manera de transferir energía a una carga, a partir de una tensión eléctrica, puede consistir en el uso de sistemas de transmisión de energía inalámbricos, basándose, por ejemplo, en el acoplamiento inductivo o capacitivo entre un sistema de transmisión y un sistema receptor, cuando el sistema de transmisión está ubicado en un dispositivo cargador mientras el sistema receptor está ubicado en un dispositivo de usuario que debe ser alimentado/cargado, que está separado y es independiente del dispositivo alimentador/cargador.

[0003] Típicamente, en el campo de los sistemas basados en acoplamiento inductivo, se usa una antena de transmisión, por ejemplo, en forma de carrete o espiral, ubicada en el dispositivo del usuario al que se debe suministrar energía. De esta manera, incluso sin una conexión galvánica entre los circuitos primario y secundario, puede alimentarse a dispositivos eléctricos y electrónicos de diversa naturaleza.

[0004] Por otra parte, en lo que respecta a los sistemas basados en un acoplamiento capacitivo, se demandan inducidos de transmisión, por ejemplo, realizados con áreas conductoras posiblemente aisladas del medio ambiente por medio de material dieléctrico, que estén enfrentados a inducidos de recepción similares, constituyendo así al menos dos capacitancias eléctricas. Aplicando una onda de tensión en la entrada a las capacitancias eléctricas, es posible transmitir energía eléctrica. Cada condensador eléctrico alimentado con una onda de tensión puede considerarse como una impedancia, de modo que por medio de una frecuencia de la onda de tensión que sea suficientemente alta y/o por medio de capacitancias eléctricas suficientemente grandes y/o por medio de una onda de tensión que tenga una tensión suficientemente alta, es ventajosamente posible obtener en la salida del par de condensadores eléctricos una onda de tensión que sea suficientemente alta y útil para cargar la carga.

[0005] Para realizar este segundo esquema de funcionamiento de un dispositivo de alimentación y/o carga inalámbrico, es ventajoso que un primer inducido de cada una de las capacitancias se instale en un dispositivo de usuario que debe ser alimentado (por ejemplo, un teléfono móvil, un ordenador, un televisor y similares) y que el segundo inducido de cada una de las capacitancias se instale en el dispositivo de carga, definiendo en el mismo una superficie de alimentación apropiada. De esta manera, acercando el dispositivo de usuario al dispositivo de carga o viceversa, los inducidos instalados en cada uno de ellos realizan las capacitancias de acoplamiento y transmisión de la energía eléctrica anteriormente mencionadas.

[0006] Como se mencionó anteriormente, con el fin de obtener alto rendimiento de los sistemas capacitivos, generalmente es posible aumentar considerablemente la frecuencia de la tensión aplicada a los inducidos de transmisión y/o el área de los inducidos y/o aplicar a los inducidos una onda de tensión que tenga una amplitud suficientemente alta.

[0007] Como el área de los inducidos está limitada típicamente a la geometría del dispositivo de usuario y la superficie de carga del dispositivo de carga, y como un gran aumento en la amplitud de la tensión determinaría problemas de seguridad, así como un aumento de las dimensiones y los costes del sistema (por ejemplo, debido a los transformadores necesarios para las altas tensiones en juego), se deduce que la mejor manera de obtener alto rendimiento en sistemas capacitivos es aumentar significativamente la frecuencia de las ondas de tensión aplicadas a los inducidos de transmisión.

65

- [0008]** Una manera extremadamente ventajosa de obtener el resultado consiste en el uso de circuitos eléctricos realizados siguiendo diseños totalmente resonantes, en los que la topología del circuito y el sistema de pilotaje permiten eliminar casi por completo las pérdidas dinámicas en los conmutadores, permitiendo así altas frecuencias de conmutación y bajas pérdidas. Una categoría de circuitos inalámbricos que logra ventajosamente estos objetivos
5 deriva de la modificación apropiada de los amplificadores de clase E, F o E/F.
- [0009]** Un ejemplo de este sistema de alimentación/recarga inalámbrico se describe, por ejemplo, en una solicitud de patente internacional depositada el 10 de octubre de 2013 que tiene el número WO2013/150352.
- 10 **[0010]** Un problema típico de los sistemas de alimentación/recarga inalámbricos de corto alcance, tanto de tipo inductivo como capacitivo, consiste, sin embargo, en tener que colocar el dispositivo de usuario que debe ser alimentado/cargado en una posición precisa con respecto al dispositivo de carga.
- [0011]** En el caso de los sistemas inductivos, este problema puede obviarse creando antenas de transmisión
15 capaces de generar un campo de inducción magnética en una zona espacial bastante grande (por ejemplo, con solenoides de mayores dimensiones). Por el contrario, esta estrategia empeora considerablemente la eficiencia energética del sistema, aumenta la contaminación electromagnética, no permite el control del dispositivo único alimentado por la energía transmitida y no permite la transmisión de energía selectivamente internamente de la porción de espacio invertida por el campo magnético generado. Estos problemas pueden reducirse usando una pluralidad de
20 solenoides de dimensiones más pequeñas, posiblemente colocados para garantizar la superposición parcial entre los campos generados, pero esto conduce a un aumento considerable en los costes y dimensiones del sistema, y en cualquier caso no elimina los problemas de baja eficiencia energética que caracterizan a todos los sistemas inductivos.
- [0012]** Los sistemas capacitivos también, aunque garantizan mayor eficiencia energética, requieren una
25 alineación correcta entre el dispositivo de usuario y el dispositivo de carga. De hecho, dentro de ciertos límites, el sistema capacitivo tolera los desalineamientos entre los inducidos de transmisión y los inducidos de recepción, mientras que más allá de estos límites manifiesta una caída significativa en el rendimiento.
- [0013]** Para mitigar al menos parcialmente este inconveniente, es posible un plan de diseño apropiado para los
30 inducidos de transmisión y/o recepción. Por ejemplo, puede garantizarse el correcto funcionamiento del sistema capacitivo independientemente del ángulo entre el dispositivo de usuario y el de carga, usando inducidos que tengan un diseño de simetría radial. Asimismo, puede garantizarse que la alimentación capacitiva funcione independientemente de un desplazamiento del dispositivo de usuario en direcciones perpendiculares, por ejemplo usando inducidos con tipos de ciclo de una o dos dimensiones.
35
- [0014]** Por el contrario, ningún diseño de los inducidos permite hacer la transmisión de energía eléctrica independiente al mismo tiempo del desplazamiento y la rotación de los inducidos de recepción con respecto a los inducidos de transmisión, por lo que no es comúnmente posible de ninguna manera colocar el dispositivo que debe ser cargado en el dispositivo de carga y garantizar siempre que el acoplamiento entre los inducidos permita la
40 transmisión de energía suficiente, sin que exista pérdida excesiva.
- [0015]** Además de esto, las soluciones disponibles en la actualidad no permiten flanquear, con colocación y orientación aleatorias, uno o más dispositivos de usuario que deben ser cargados en una superficie de carga, asegurando al mismo tiempo que la superficie cargue solo los dispositivos mencionados, lo que no se activa con
45 respecto a otros objetos y no emite ondas electromagnéticas en las zonas donde nada está descansando sobre la superficie de carga.
- [0016]** Por lo tanto, un objetivo de la presente invención es obviar los inconvenientes mencionados y, en particular, realizar un sistema de transmisión inalámbrica de energía eléctrica mediante un acoplamiento capacitivo
50 capaz de cargar dispositivos ubicados aleatoriamente cerca de una superficie de carga.
- [0017]** Un objetivo adicional de la invención es realizar un sistema de transmisión inalámbrica de la energía por medio de un acoplamiento capacitivo que permite cargar una pluralidad de dispositivos al mismo tiempo.
- 55 **[0018]** Un propósito adicional de la invención es obviar o minimizar las emisiones en las áreas de transmisión no ubicadas cerca de un dispositivo que debe ser alimentado.
- [0019]** Un objetivo adicional de la invención es permitir un aumento adicional en las frecuencias de las ondas de tensión aplicadas a las capacitancias de acoplamiento, completamente en beneficio de la densidad de energía de
60 las superficies de alimentación, garantizando así bajos costes del sistema y escalabilidad, por lo tanto reproducible para pequeños o grandes superficies de alimentación y transmisión.

Descripción de la invención

- 65 **[0020]** Estos y otros objetivos se logran mediante las características presentadas en las reivindicaciones

independientes 1 y 8. Las reivindicaciones dependientes delimitan aspectos preferidos y/o particularmente ventajosos de la invención.

[0021] Se especifica inmediatamente que el sistema de control puede depender o incorporarse en un sistema de supervisión y selección.

[0022] Se especifica además que el sistema de supervisión y selección también puede estar configurado para identificar un tercer subconjunto de inducidos de transmisión (incluso ninguno) que no están enfrentados a ningún inducido de recepción del dispositivo de usuario. El sistema de control también puede estar configurado para aplicar al tercer subgrupo una tensión eléctrica diferente, posiblemente nula o constante.

[0023] Se especifica además que el sistema de supervisión y selección también puede estar configurado para medir la tensión y/o corriente y/o energía transferidas a cada dispositivo de usuario. En línea con esto, el sistema de mando puede estar configurado para ordenar al circuito primario que aplique, entre los inducidos de transmisión del primer y el segundo subconjunto, una diferencia de tensión eléctrica que sea periódicamente variable en el tiempo entre los inducidos que transmiten el primer y el segundo subsistema para transferir a cada dispositivo de usuario la tensión y/o corriente y/o energía correctas.

[0024] Con esta solución, los inducidos de transmisión definen sustancialmente una superficie de alimentación en la que el dispositivo de usuario puede ser soportado en muchas posiciones u orientaciones diferentes, en cada una de las cuales siempre es posible garantizar que los inducidos de recepción se superpongan individualmente sobre al menos un inducido respectivo de los inducidos de transmisión, realizando al menos dos capacitancias eléctricas distintas. De esta manera, identificando los inducidos de transmisión que están enfrentados a los inducidos de recepción, y aplicándoles una diferencia de tensión que es variable en el tiempo, el circuito primario aplica a las capacitancias eléctricas realizadas de ese modo una onda de tensión que se transmite al circuito secundario del dispositivo de usuario y, por lo tanto, a la carga.

[0025] Usando un número suficientemente alto de inducidos de transmisión, es posible además definir una superficie suficientemente grande para poder alojar uno o más dispositivos de usuario, los inducidos de recepción de cada uno de los cuales siempre se superpondrán individualmente sobre al menos un inducido de transmisión respectivo del dispositivo alimentador.

[0026] Todos los inducidos de transmisión que no están enfrentados a ningún inducido de recepción pueden mantenerse apagados, garantizando así emisiones insignificantes en todas las partes de la superficie de alimentación sobre las que no está soportado ningún dispositivo de usuario.

[0027] En un aspecto de la invención, el inducido de recepción del dispositivo de usuario puede subdividirse en una pluralidad de placas de pequeñas dimensiones, sin modificar el principio de funcionamiento del aparato. La dimensión y la forma del inducido de recepción pueden ser diferentes para diferentes dispositivos de usuario e, internamente de cada dispositivo de usuario individual, para cada inducido de recepción, por ejemplo, en función de las dimensiones del dispositivo y las restricciones geométricas presentes en el dispositivo, así como la energía necesaria para el funcionamiento del dispositivo de usuario.

[0028] En un aspecto adicional de la invención, los inducidos de transmisión del dispositivo alimentador pueden estar dispuestos recíprocamente en el espacio de una manera más o menos regular, contiguos o distantes entre sí. Por ejemplo, los inducidos de transmisión pueden estar dispuestos en una distribución unidimensional, es decir, alineados recíprocamente para formar una sola fila. Alternativamente, los inducidos de transmisión pueden estar distribuidos en una pluralidad de dimensiones, por ejemplo, pueden estar distribuidos en una estructura de matriz, en la que los inducidos de transmisión están alineados en filas y columnas sustancialmente como los nodos de una matriz o una cuadrícula. Los inducidos de transmisión pueden tener diversas dimensiones y/o formas geométricas, sin alterar así el principio de funcionamiento del aparato. En el mismo dispositivo pueden estar presentes inducidos de transmisión con diferentes formas y/o dimensiones. Los inducidos de transmisión pueden estar distribuidos además sobre un soporte rígido o flexible, duro o blando, plano o no plano, de cualquier forma, grosor o dimensión. Por ejemplo, los inducidos de transmisión del dispositivo alimentador pueden realizarse aplicando conductores en forma de placas, láminas, hojas u otros formatos sobre un sustrato dieléctrico grueso o delgado, duro o blando o incrustando los conductores entre dos capas de material dieléctrico, o modificando las propiedades eléctricas de un material no conductor para que se vuelva localmente conductor.

[0029] En lo que respecta al circuito secundario del dispositivo de usuario, en un aspecto de la invención puede comprender al menos una inductancia eléctrica conectada en serie a los inducidos de recepción. El circuito eléctrico secundario puede comprender además un rectificador de tensión conectado entre los inducidos de recepción y la carga, y posiblemente un circuito de adaptación de la carga (por ejemplo, un circuito CC/CC u otro circuito similar).

[0030] En lo que respecta al circuito primario del dispositivo alimentador, en un aspecto de la invención puede comprender:

un primer y un segundo conductor eléctrico, que están conectados eléctricamente al generador de tensión de tal manera que están sometidos a una diferencia constante de tensión eléctrica (por ejemplo, el primer conductor eléctrico puede estar conectado al generador de tensión y el segundo conductor eléctrico puede estar conectado a tierra), y

5 una pluralidad de conmutadores eléctricos, cada uno de los cuales puede conectar eléctricamente un inducido de transmisión respectivo selectivamente con el primer o el segundo conductor eléctrico.

[0031] Con esta solución, el sistema de mando electrónico puede estar configurado para pilotar los conmutadores eléctricos de modo que los inducidos de transmisión (al menos uno) que están enfrentados a uno de los inducidos de recepción del dispositivo de usuario se mantengan conectados constantemente a uno de los dos conductores, por ejemplo, el conductor de potencial más bajo (refiriéndose, por ejemplo, a la conexión a tierra), mientras que los inducidos de transmisión (al menos uno) que están enfrentados al otro inducido de recepción del dispositivo de usuario están conectados cíclicamente de manera alternativa al conductor eléctrico que tiene el potencial más alto y al conductor eléctrico que tiene el potencial más bajo.

[0032] Alternativamente, el sistema de mando electrónico puede estar configurado para pilotar los conmutadores eléctricos de modo que los inducidos de transmisión (al menos uno) que están enfrentados a un primero de los inducidos de recepción del dispositivo de usuario estén conectados cíclicamente de manera alternativa al conductor eléctrico de potencial más alto y al conductor de potencial más bajo, mientras que los inducidos de transmisión (al menos uno) que están enfrentados al otro inducido de recepción del dispositivo de usuario asimismo están conectados cíclicamente de manera alternativa al conductor eléctrico que tiene el potencial más alto y al conductor eléctrico que tiene el potencial más bajo, pero en contrafase (desplazada 180° en notación vectorial) o con un paso apropiado con respecto a los inducidos de transmisión que están enfrentados al primer inducido de recepción del dispositivo de usuario.

[0033] De esta manera, se aplica una onda de tensión en general al par de capacitancias eléctricas realizadas por los inducidos de transmisión y los inducidos de recepción superpuestos entre sí, que se transmite así a la carga colocada en el dispositivo de usuario.

[0034] Otros modos de control posibles para garantizar que se aplique una onda de tensión en general a la carga ubicada en el dispositivo de usuario son todos alternativas de pilotaje válidas y sustancialmente similares a las descritas.

[0035] Esta solución, en la práctica, incluye los conmutadores que tienen la función de generar la onda de tensión y la función de activación selectiva de los inducidos de transmisión.

[0036] En una realización alternativa, el circuito de alimentación eléctrica primario puede comprender:

40 un primer y un segundo conductor eléctrico, que están conectados eléctricamente al generador de tensión a través de un sistema inversor capaz de generar y aplicar al primer conductor una tensión variable en el tiempo mientras se mantiene el segundo conductor a una tensión constante (por ejemplo, conectado a tierra), y una pluralidad de conmutadores eléctricos, cada uno de los cuales puede conectar eléctricamente un inducido de transmisión respectivo selectivamente con el primer o el segundo conductor eléctrico.

[0037] Con esta solución, que se configura como una variante de la anterior, el sistema de mando electrónico puede estar configurado para pilotar los conmutadores eléctricos de modo que los inducidos de transmisión (al menos uno) que están enfrentados a uno de los inducidos de recepción del dispositivo de usuario se mantengan conectados constantemente los segundos conductores, por ejemplo, el conductor de potencial más bajo (por ejemplo, a la conexión a tierra), mientras que los inducidos de transmisión (al menos uno) que están enfrentados al otro inducido de recepción del dispositivo de usuario se mantienen conectados constantemente al primer conductor, para recibir la onda de tensión eléctrica producida por el sistema inversor.

[0038] En esta segunda solución, en la práctica, la generación de la onda de tensión se lleva a cabo mediante el sistema inversor y los conmutadores están ocupados solo con la función de activación selectiva de los inducidos de transmisión.

[0039] En cuanto a los conmutadores usados en estas dos primeras realizaciones de la invención, cada uno de ellos puede hacerse, por ejemplo, con al menos un transistor bipolar, IGBT, MOS-FET, conmutador MEMS, relé o relé de estado sólido, par CMOS o cualquier otro tipo del sistema de conmutación de tensión.

[0040] En una tercera realización de la invención, el circuito de alimentación primario del dispositivo alimentador puede comprender:

65 un primer y un segundo conductor eléctrico, que están conectados eléctricamente al generador de tensión de tal

manera que están sometidos a una diferencia constante de tensión eléctrica (por ejemplo, el primer conductor eléctrico puede estar conectado al generador de tensión y el segundo conductor eléctrico puede estar conectado a tierra), y

5 una pluralidad de módulos eléctricos excitantes conectados en paralelo entre el primer y el segundo conductor eléctrico y conectados individualmente a un inducido de transmisión respectivo, cada uno de los cuales comprende un par de conmutadores conectados en serie y entre los cuales está comprendido un nodo central, conectado eléctricamente al inducido de transmisión respectivo.

[0041] En la práctica, cada módulo excitante tiene un conmutador de alta tensión conectado al conductor eléctrico que tiene el potencial más alto (por ejemplo, el primero) y un conmutador de baja tensión conectado directamente al conductor eléctrico que tiene el potencial más bajo (por ejemplo, el segundo), entre los cuales se deriva la conexión eléctrica al inducido de transmisión respectivo.

[0042] Con esta tercera solución, la señal de mando electrónica del aparato puede estar configurada para pilotar los conmutadores del módulo excitante según la siguiente estrategia.

[0043] Para los módulos excitantes conectados a los inducidos de transmisión (al menos uno) que están enfrentados a un primero de los inducidos de recepción del dispositivo de usuario, el conmutador de alta tensión se pilota de tal modo que permanezca apagado estáticamente (siempre apagado) mientras que el conmutador de baja tensión se pilota para que se active y desactive cíclicamente a alta frecuencia, excitando de esta manera el inducido de transmisión y el inducido de recepción que está enfrentado a él con una onda de tensión de alta frecuencia.

[0044] Para módulos excitantes conectados a los inducidos de transmisión (al menos uno) que están enfrentados a un inducido de recepción adicional del dispositivo de usuario, el conmutador de baja tensión se pilota de tal modo que permanezca apagado estáticamente (siempre apagado) mientras el conmutador de alta tensión se pilota para que permanezca encendido estáticamente (siempre encendido) o, alternativamente, se pilota para que se active y desactive cíclicamente a alta frecuencia, con una frecuencia y fase que sean apropiadas con respecto al conmutador de baja tensión de los módulos excitantes conectados a los inducidos de transmisión que están enfrentados al primer inducido de recepción del dispositivo de usuario, por ejemplo, en sincronía con respecto a los que están enfrentados al primer inducido.

[0045] En una estrategia diferente, el sistema de mando electrónico del aparato puede estar configurado para pilotar los conmutadores del módulo excitante de la siguiente manera.

[0046] Para módulos excitantes conectados a los inducidos de transmisión (al menos uno) que están enfrentados a un primero de los inducidos de recepción del dispositivo de usuario, el conmutador de baja tensión se pilota de tal modo que permanezca apagado estáticamente (siempre apagado) mientras que el conmutador de alta tensión se pilota para que se active y desactive cíclicamente a alta frecuencia, excitando de esta manera el inducido de transmisión y el inducido de recepción que está enfrentado a él con una onda de tensión de alta frecuencia.

[0047] Para módulos excitantes conectados a los inducidos de transmisión (al menos uno) que están enfrentados a un inducido de recepción adicional del dispositivo de usuario, el conmutador de alta tensión se pilota de tal modo que permanezca apagado estáticamente (siempre apagado) mientras el conmutador de baja tensión se pilota para que permanezca encendido estáticamente (siempre encendido) o, alternativamente, se pilota para que se encienda y apague cíclicamente a alta frecuencia, con una frecuencia y fase que sean apropiadas con respecto al conmutador de alta tensión de los módulos excitantes conectados a los inducidos de transmisión (al menos uno) que están enfrentados al primer inducido de recepción del dispositivo de usuario, por ejemplo, en sincronía con respecto a los que están enfrentados al primer inducido.

[0048] En una tercera estrategia, los conmutadores de alta y baja tensión conectados a los inducidos de transmisión (al menos uno) que están enfrentados a un primer inducido de transmisión pueden pilotarse de tal modo que se enciendan y apaguen a alta frecuencia y alternadamente, y los conmutadores de alta y baja tensión conectados a los inducidos de transmisión que están enfrentados al otro inducido de recepción pueden pilotarse para que también se enciendan y apaguen alternadamente a alta frecuencia, con una frecuencia y fase que sean apropiadas con respecto al conmutador de alta tensión de los módulos excitantes conectados a los inducidos de transmisión (al menos uno) que están enfrentados al primer inducido de recepción del dispositivo de usuario, por ejemplo, en sincronía con respecto a los que están enfrentados al primer inducido.

[0049] En una cuarta estrategia, los conmutadores de alta y baja tensión conectados a los inducidos de transmisión que están enfrentados a un primero de los inducidos de recepción pueden pilotarse de tal modo que se enciendan y apaguen a alta frecuencia y alternadamente, mientras que los conmutadores de alta y baja tensión conectados a los inducidos de transmisión que están enfrentados al otro inducido de recepción pueden pilotarse estáticamente, por ejemplo, conmutadores de alta tensión encendidos estáticamente (siempre encendidos) e conmutadores de baja tensión apagados estáticamente (siempre apagados) o, alternativamente, conmutadores de baja tensión encendidos estáticamente (siempre encendidos) y alta tensión apagados estáticamente (siempre

apagados).

[0050] En cualquier caso, una alternativa válida es cualquier pilotaje capaz de impedir cortocircuitos entre el conductor colocado a potencial más alto y el conductor a bajo potencial y capaz de generar, en los inducidos de recepción, una onda de tensión capaz de cargar la carga.

[0051] En un aspecto de la tercera realización, el circuito eléctrico primario del cargador puede comprender una inductancia (conocida como choque) conectada en serie entre el generador de tensión y el primer conductor eléctrico, y posiblemente un condensador (conocido como tanque) conectado entre el primer conductor eléctrico y el segundo conductor eléctrico.

[0052] Sin embargo, el condensador de tanque podría eliminarse parcial o totalmente aprovechando, por ejemplo, la capacitancia parásita de los conmutadores (por ejemplo, MOSFET) de los módulos excitantes.

[0053] En un aspecto adicional de esta tercera realización, cada módulo excitante puede comprender una inductancia conectada entre el nodo central y el inducido de transmisión respectivo.

[0054] De esta manera, la inductancia o inductancias en serie con los inducidos del circuito secundario pueden eliminarse en parte, por ejemplo, para reducir los tamaños del dispositivo de usuario sin que el aparato de transmisión sea alterado conceptualmente.

[0055] En un aspecto adicional de esta tercera realización, cada módulo excitante puede comprender una capacitancia eléctrica conectada entre el nodo central y el segundo terminal del circuito primario.

[0056] De esta manera, el condensador de tanque también puede eliminarse parcial o totalmente.

[0057] La presencia de estos componentes reactivos, que impiden cortocircuitos entre el conductor de alta tensión y el conductor de baja tensión, incluso en un caso de transitorios durante los cuales el conmutador de alta tensión y el conmutador de baja tensión de cada módulo excitante están ambos encendidos, significa que el sistema de mando puede estar configurado para realizar la siguiente estrategia.

[0058] Para módulos excitantes conectados a los inducidos de transmisión (al menos uno) que están enfrentados a un primero de los inducidos de recepción del dispositivo de usuario, el conmutador de alta tensión se pilota para que permanezca encendido estáticamente (siempre encendido) mientras que el conmutador de baja tensión se pilota para que se active y desactive cíclicamente a alta frecuencia, excitando de esta manera el inducido de transmisión y el inducido de recepción que está enfrentado a él con una onda de tensión de alta frecuencia.

[0059] Para módulos excitantes conectados a los inducidos de transmisión (al menos uno) que están enfrentados al otro (segundo) inducido de recepción del dispositivo de usuario, el conmutador de alta tensión se pilota de tal modo que permanezca apagado estáticamente (siempre apagado) mientras que el conmutador de baja tensión se pilota para que permanezca encendido estáticamente (siempre encendido).

[0060] Alternativamente, de nuevo en lo que respecta a los módulos excitantes conectados a los inducidos de transmisión (al menos uno) que están enfrentados al segundo inducido de recepción, el conmutador de baja tensión puede pilotarse sincrónicamente con respecto a los conmutadores de baja tensión de los módulos excitantes conectados a los inducidos de transmisión que están enfrentados al primer inducido de recepción, o con un desplazamiento y/o una frecuencia de tal modo que permitan en cualquier caso la circulación de corriente en la carga.

[0061] En una estrategia diferente, el sistema de mando electrónico del aparato puede estar configurado para pilotar los conmutadores del módulo excitante de la siguiente manera.

[0062] En lo que respecta a los módulos excitantes conectados a los inducidos de transmisión (al menos uno) que están enfrentados al primero del inducido de recepción, el conmutador de alta tensión y el conmutador de baja tensión pueden pilotarse sincrónicamente para activarse y desactivarse cíclicamente a alta frecuencia (ambos activados y desactivados al mismo tiempo), excitando de esta manera el inducido de transmisión y el inducido de recepción que está enfrentado a él con una onda de tensión de alta frecuencia.

[0063] En lo que respecta a los módulos excitantes conectados a los inducidos de transmisión (al menos uno) que están enfrentados al segundo inducido de recepción, los conmutadores de alta y baja tensión pueden pilotarse en oposición de fase (desplazados 180° en notación vectorial) con respecto a los de los módulos excitantes conectados a los inducidos de transmisión que están enfrentados al primer inducido de recepción.

[0064] En otras palabras, si el conmutador de alta tensión de los módulos excitantes conectados a los inducidos de transmisión que están enfrentados al primer inducido de recepción está encendido, el conmutador de alta tensión de los módulos excitantes conectados a los inducidos de transmisión que están enfrentados al otro inducido de

recepción está apagado, y asimismo, si el conmutador de baja tensión de los módulos excitantes conectados a los inducidos de transmisión que están enfrentados al primer inducido de recepción está encendido, el conmutador de baja tensión de los módulos excitantes que está enfrentado al otro inducido está apagado, y viceversa.

5 **[0065]** En cualquier caso, el sistema de pilotaje puede modificarse con respecto a las alternativas ilustradas, ya que, en cualquier caso, cualquier pilotaje es efectivo para garantizar que entre los inducidos de recepción se instale una diferencia de potencial que pueda cargar la carga.

10 **[0066]** En todos los casos definidos anteriormente, en lo que respecta a los módulos excitantes conectados a los inducidos de transmisión que no están enfrentados a ningún inducido de recepción, el conmutador de alta tensión puede mantenerse apagado estáticamente (siempre apagado) mientras que el conmutador de baja tensión puede mantenerse encendido o apagado, para conectar el inducido de transmisión respectivo al conductor de potencial bajo (por ejemplo, conectado a tierra) o dejarlo flotando.

15 **[0067]** En lo que respecta al par de conmutadores en todos los casos mencionados anteriormente, puede hacerse como un par de transistores bipolares o IGBT de tipo pnp o npn, en cualquier combinación (por ejemplo, solo tipo npn, solo transistores de tipo pnp, o un transistor pnp y un transistor npn), y también puede realizarse utilizando MOSFET en cualquier combinación (solo pMOS, par CMOS constituido por un n-MOS y un pMOS), con relés, relés de estado sólido, conmutadores MEMS o cualquier otro conmutador. A título de ejemplo, cada módulo excitante puede
20 realizarse ventajosamente usando un p-MOS como conmutador de alta tensión y un n-MOS como conmutador de baja tensión.

25 **[0068]** Esta estructura constituye un par CMOS fácilmente pilotable, de bajo costo y fácil de integrar, incluso en un solo chip con las tecnologías de semiconductores actuales, realizando un aparato capaz de administrar una superficie particularmente extendida de inducidos de transmisión con costes extremadamente bajos.

[0069] El conjunto de los componentes eléctricos reactivos (inducidos de transmisión, inducidos de recepción y posiblemente condensadores e inductores, incluidos los parásitos de los conmutadores y el circuito en sí) de esta
30 tercera realización (en todas sus variantes) puede sintonizarse para resonar a una frecuencia de pilotaje igual o cercana a la de al menos uno de los conmutadores de cada módulo excitante. Además, dimensionado apropiadamente estos componentes eléctricos, el circuito completo del aparato de transmisión, constituido por el circuito primario y el circuito secundario acoplados por los inducidos de transmisión y los inducidos de recepción, puede compararse a los circuitos de amplificación de tipo resonante, por ejemplo, amplificadores de clase E, F, E/F o similares. De esta manera, las pérdidas en el circuito mencionado anteriormente pueden ser muy bajas, casi efectivamente cero, ya que los
35 circuitos resonantes (por ejemplo, en clase E, F, E/F o similares) se sintonizan para eliminar o al menos minimizar todas las pérdidas, de este modo con un rendimiento muchísimo mejor que el de cualquier sistema inductivo o capacitivo no resonante. Además, en virtud de la gran cantidad de inducidos de pequeñas dimensiones que se pueden realizar y, en consecuencia, las bajas corrientes que atraviesan los conmutadores individuales de cada módulo excitante, es fácil aumentar considerablemente las frecuencias de funcionamiento con respecto a un sistema
40 constituido solo por dos inducidos de grandes dimensiones pilotados por conmutadores que administran toda la energía transferida a la carga, ya que típicamente los conmutadores adecuados para administrar pequeñas corrientes se caracterizan por fenómenos parásitos insignificantes (por ejemplo, bajas capacitancias de puerta parásitas para MOSFET) y, por lo tanto, son más adecuados para alcanzar incluso frecuencias muy altas con respecto a los conmutadores adecuados para administrar altas corrientes.

45 **[0070]** En una cuarta realización de la invención, el circuito eléctrico primario del dispositivo alimentador puede comprender:

50 un primer y un segundo conductor eléctrico, que están conectados eléctricamente al generador de tensión de tal manera que están sometidos a una diferencia constante de tensión eléctrica (por ejemplo, el primer conductor eléctrico puede estar conectado al generador de tensión y el segundo conductor eléctrico puede estar conectado a tierra), y una pluralidad de módulos eléctricos excitantes conectados en paralelo entre el primer y el segundo conductor eléctrico y conectados individualmente a un inducido de transmisión respectivo, cada uno de los cuales comprende
55 un par de conmutadores conectados en serie y entre los cuales está comprendido un nodo central, conectado eléctricamente al inducido de transmisión respectivo.

60 **[0071]** En la práctica, esta realización es similar a la anterior, de la que difiere solo en que sustituye uno de los dos conmutadores de cada módulo excitante (preferentemente el de alta tensión) por una inductancia apropiada.

[0072] Con esta tercera solución, la señal de mando electrónica del aparato puede estar configurada para pilotar los conmutadores del módulo excitante de la siguiente manera.

[0073] Para módulos excitantes conectados a los inducidos de transmisión (al menos uno) que están
enfrentados a un primero de los inducidos de recepción del dispositivo de usuario, el único conmutador se pilota de tal

modo que se encienda y apague cíclicamente a alta frecuencia. Para módulos excitantes conectados a los inducidos de transmisión (al menos uno) que están enfrentados al otro inducido de recepción del dispositivo de usuario, el único conmutador se pilota de tal modo que **se** encienda y apague cíclicamente a alta frecuencia, en sincronía pero en fase opuesta con respecto a los conmutadores de los módulos excitantes del primer subconjunto (desplazados 180° en notación vectorial) con respecto a los módulos excitantes que están conectados a los inducidos de transmisión que están enfrentados al primer inducido de recepción.

[0074] De esta manera, los inducidos del primer grupo serán excitados con una onda de tensión periódica, mientras que los inducidos del segundo grupo serán excitados con la misma onda de tensión, pero desplazada en una cantidad de la mitad del período (180° en notación vectorial). El pilotaje permite tener siempre la máxima diferencia de potencial entre los inducidos de transmisión del primer y el segundo grupo, de modo que, aguas abajo de los inducidos de recepción, es posible recoger energía útil para cargar la carga.

[0075] Es posible modificar el pilotaje del sistema, por ejemplo, variando el desplazamiento y/o la frecuencia de excitación y/o la forma del pilotaje, asegurando en cualquier caso el tener recepción de energía útil para cargar la carga aguas abajo de los inducidos de recepción.

[0076] En cuanto a los módulos excitantes conectados a los inducidos de transmisión que no están enfrentados a ningún inducido de recepción, el único conmutador puede mantenerse apagado estáticamente (siempre apagado).

[0077] También en esta cuarta realización, el circuito eléctrico primario del cargador puede comprender una inductancia (conocida como choque) conectada en serie entre el generador de tensión y el primer conductor eléctrico, y posiblemente un condensador (conocido como tanque) conectado entre el primer conductor eléctrico y el segundo conductor eléctrico.

[0078] Sin embargo, el condensador de tanque podría eliminarse parcial o totalmente aprovechando, por ejemplo, la capacitancia parásita de los conmutadores del módulo excitante. La inductancia de choque también puede eliminarse parcial o totalmente por medio de un dimensionamiento apropiado de las inductancias de cada módulo excitante, así como aprovechando las inductancias parásitas del conmutador y el circuito.

[0079] La eliminación de la inductancia de choque podría garantizar, por ejemplo, que los inducidos de transmisión mantenidos apagados se establezcan en una tensión eléctrica continua y, por lo tanto, no generen contaminación o pérdidas electromagnéticas y no interactúen de ninguna manera con el entorno circundante.

[0080] En un aspecto adicional de esta cuarta realización, cada módulo excitante puede comprender una inductancia conectada entre el nodo central y el inducido de transmisión respectivo y/o una capacitancia eléctrica conectada entre el nodo central y el segundo terminal del circuito primario.

[0081] En lo que respecta al conmutador en cualquier módulo excitante, puede ser un transistor bipolar o un IGBT de tipo pnp o npn, o puede ser un MOSFET (n-MOS, p-MOS), un conmutador MEMS, un relé, un relé de estado sólido o cualquier otro conmutador.

[0082] Como en el caso anterior, el conjunto de los componentes eléctricos reactivos (inducidos de transmisión, inducidos de recepción y posiblemente inductores) de esta cuarta realización puede sintonizarse para resonar a una frecuencia de pilotaje igual o similar a la del conmutador 340 de cada módulo excitante 300. Además, dimensionado apropiadamente estos componentes eléctricos, el circuito completo del aparato de transmisión, constituido por el circuito primario y el circuito secundario acoplados por los inducidos de transmisión y los inducidos de recepción, puede compararse a los circuitos de amplificación de tipo resonante, por ejemplo, amplificadores de clase E, F, E/F o similares. De esta manera, las pérdidas en el circuito mencionado anteriormente pueden ser muy bajas, casi efectivamente cero, ya que los circuitos resonantes (por ejemplo, en clase E, F, E/F o similares) se sintonizan para eliminar o al menos minimizar todas las pérdidas, de este modo con un rendimiento muchísimo mejor que el de cualquier sistema inductivo o capacitivo no resonante. Además, en virtud de la gran cantidad de inducidos de pequeñas dimensiones que se pueden realizar y, en consecuencia, las bajas corrientes que atraviesan los conmutadores individuales de cada módulo excitante, es fácil aumentar considerablemente las frecuencias de funcionamiento con respecto a un sistema constituido solo por dos inducidos de grandes dimensiones pilotados por conmutadores que administran toda la energía transferida a la carga, ya que típicamente los conmutadores adecuados para administrar pequeñas corrientes se caracterizan por fenómenos parásitos insignificantes (por ejemplo, bajas capacitancias de puerta parásitas para MOSFET) y, por lo tanto, son más adecuados para alcanzar incluso frecuencias muy altas con respecto a los conmutadores adecuados para administrar altas corrientes.

[0083] Además, incluso con respecto a las otras realizaciones definidas anteriormente, esta cuarta realización es particularmente ventajosa para simplificar el pilotaje y, por lo tanto, aumentar aún más el rendimiento, ya que el único conmutador presente en cada módulo excitante se refiere al potencial más bajo (por ejemplo, tierra) y, por lo tanto, puede pilotarse por controladores extremadamente económicos y de alto rendimiento.

[0084] En un aspecto común a todas las realizaciones definidas anteriormente, el circuito primario que pilota los inducidos de transmisión puede realizarse mediante una tarjeta electrónica separada, que puede conectarse mediante cableado a los inducidos de transmisión.

5 **[0085]** Alternativamente, el circuito primario puede realizarse parcial o totalmente distribuido, por ejemplo, directamente en la subcapa en la que se aplican los inducidos de transmisión, usando, por ejemplo, una o más capas conductoras superpuestas (multicapa), cada una trabajada especialmente para realizar vías conductoras apropiadas, posiblemente separadas por capas aislantes y conectadas apropiadamente entre sí por vías conductoras entre capas, capaces de realizar uno cualquiera de los diseños conceptuales descritos anteriormente.

10 **[0086]** Por ejemplo, un circuito impreso multicapa puede realizarse con subcapas dieléctricas rígidas o flexibles, duras o blandas, en las que los inducidos de transmisión se realizan en una primera capa conductora y en las que los componentes electrónicos están montados y/o diseñados en la capa conductora final y están conectados a los inducidos de transmisión, por ejemplo, por medio de vías comunes entre las capas conductoras.

15 **[0087]** De esta manera, se obtienen esterillas de carga sustancialmente pequeñas, que tienen un grosor delgado y que posiblemente se pueden cortar en cualquier forma sin pérdida en cuanto a funcionalidad, son muy resistentes con respecto al daño localizado y que tienen un coste relativamente bajo.

20 **[0088]** En un aspecto adicional de la invención, existe una posibilidad adicional de realizar, además de los componentes pasivos (tales como inductores, capacitancias, cualquier resistencia), también los componentes electrónicos activos (por ejemplo, los MOSFET, otros transistores u otros componentes) del circuito primario directamente en capas delgadas, por ejemplo, por medio de la tecnología TFT (transistor de película delgada) que ha sido aprovechada durante algún tiempo en forma de pantallas planas u OFET (transistor orgánico de efecto de campo).

25 **[0089]** En un aspecto adicional de la invención, común a todas las realizaciones descritas anteriormente, el sistema electrónico de supervisión y selección puede estar configurado para llevar a cabo una etapa de supervisión de cada inducido de transmisión del dispositivo de carga.

30 **[0090]** Esta etapa de supervisión puede incluir suministrar a cada inducido de transmisión una señal eléctrica de prueba predeterminada y medir un parámetro del circuito (por ejemplo, la impedancia de un componente o una parte del circuito, la tensión en uno o más puntos, la corriente en uno o más componentes u otra propiedad física y/o eléctrica del circuito de transmisión) cuyo valor se conoce previamente en el que el inducido de transmisión está enfrentado a un inducido de recepción o no está enfrentado a nada, o donde el comportamiento es predecible en
35 función del estado.

[0091] Comparando el valor medido con los valores conocidos del parámetro supervisado, el sistema de supervisión y selección es capaz así de discernir la condición específica de cada inducido de transmisión individual.

40 **[0092]** Esta etapa de supervisión puede llevarse a cabo al mismo tiempo o en secuencia en todos los inducidos de transmisión del dispositivo de carga con un solo procedimiento de diagnóstico, que puede repetirse de manera continua y periódica o cuando se producen eventos significativos.

[0093] Alternativamente, la etapa de supervisión puede realizarse para cada inducido de transmisión
45 independientemente de los otros, en modo continuo, modo periódico y/o cuando se producen eventos significativos.

[0094] Alternativamente, la etapa de supervisión puede hacerse sin la señal de prueba y usar directamente la supervisión de las propiedades durante el funcionamiento normal del sistema para determinar en tiempo real el estado de cada inducido y, en consecuencia, modificar el pilotaje del mismo.

50 **[0095]** Como se mencionó anteriormente, el sistema de supervisión puede determinar la energía transmitida a cada carga y, por lo tanto, suministrar al sistema de control un sistema retroactivo útil para controlar la energía transmitida a la carga. El sistema de control puede regular la energía transmitida a la carga, por ejemplo, activando un número mayor o menor de inducidos de transmisión enfrentados a cada inducido de recepción, y/o el sistema puede
55 variar la frecuencia y/o la fase y/o la forma de la señal de pilotaje de algunos de los inducidos de transmisión, para modificar la energía eléctrica transmitida a la carga de esta manera.

[0096] Otra realización de la presente invención proporciona finalmente un procedimiento para transferir energía a una carga eléctrica, según la reivindicación 8.

60 **[0097]** Por lo tanto, se entiende que todos los aspectos y las características de la invención descritos con referencia al aparato son aplicables también al procedimiento de transmisión de energía. En particular, todas las operaciones llevadas a cabo por el sistema electrónico de supervisión y selección y por el sistema de control electrónico deben considerarse como etapas del procedimiento de la invención.

65

Breve descripción de los dibujos

[0098] Características y ventajas adicionales de la invención se desprenderán de una lectura de la siguiente descripción, proporcionada a título de ejemplo no limitativo con la ayuda de las figuras ilustradas en las tablas de 5 dibujos adjuntas.

La figura 1 es un diagrama esquemático de un aparato de alimentación inalámbrico según una realización de la presente invención.

10 Las figuras 2, 3 y 4 son una vista en planta desde arriba de la superficie de transmisión del aparato de la figura 1 en tres realizaciones alternativas.

La figura 5 es un diagrama de circuito del aparato de la figura 1 en una primera realización específica.

La figura 6 es un diagrama de circuito del aparato de la figura 1 en una segunda realización específica.

La figura 7 es un diagrama de circuito del aparato de la figura 1 en una tercera realización específica.

La figura 8 es una variante del diagrama de circuito de la figura 7.

15 La figura 9 es una variante del diagrama de circuito de la figura 7.

La figura 10 es un diagrama de circuito del aparato de la figura 1 en una cuarta realización específica.

La figura 11 es una variante del diagrama de circuito de la figura 10.

La figura 12 es una vista desde abajo de un circuito impreso multicapa que realiza el dispositivo de carga usado en el aparato de la invención.

20 La figura 13 es una vista lateral de la figura 12.

Realización preferida de la invención

[0099] Con referencia al diagrama general de la figura 1, la invención se refiere a un aparato 100 para 25 transferencia inalámbrica de energía eléctrica desde un dispositivo de carga 105 a uno o más dispositivos de usuario 110, cada uno de los cuales está físicamente separado y es independiente del dispositivo de carga 105 y comprende una carga eléctrica 115 que requiere carga.

[0100] El dispositivo de usuario 110 puede ser, por ejemplo, un teléfono, un ordenador, un teclado, un ratón, 30 una tableta, un televisor, un sistema de iluminación, un sistema biomédico implantable o cualquier otro dispositivo eléctrico y electrónico que requiera una alimentación eléctrica y/o para recargar sus baterías internas. El dispositivo de carga 105 puede hacerse un objeto independiente, por ejemplo provisto de una carcasa dedicada, o puede incorporarse en estructuras preexistentes, o aplicarse a una estructura preexistente, como, por ejemplo, escritorios, mesas, paredes, tableros de instrumentos, guanteras, pisos y otros además, como se desprenderá más 35 completamente de lo siguiente.

[0101] En detalle, el dispositivo de carga 105 comprende un conjunto de inducidos de transmisión 120 que 40 pueden estar hechos, por ejemplo, de placas, láminas, hojas u otro formato de elemento conductor. El número de inducidos de transmisión 120 no debe ser inferior a tres, pero preferentemente es mucho mayor. Los inducidos de transmisión 120 están dispuestos flanqueados recíprocamente, por ejemplo, coplanares, para definir globalmente en el dispositivo de carga 105 una superficie de transmisión 125, que puede ser de cualquier forma y dimensión según 45 las necesidades. En las figuras, los inducidos de transmisión 120 se muestran distanciados de la superficie de transmisión 125 solo por razones de claridad. En realidad, es preferible (aunque no necesario) que estén sustancialmente a ras de la superficie de transmisión 125, posiblemente cubiertos por una capa preferentemente delgada de material dieléctrico. Los inducidos de transmisión 120 pueden estar dispuestos recíprocamente en el espacio de una manera más o menos regular, contiguos o distanciados entre sí. Por ejemplo, los inducidos de transmisión pueden estar dispuestos en una distribución unidimensional (véase la figura 2), es decir, alineados recíprocamente para formar una sola fila, o pueden estar distribuidos en una pluralidad de dimensiones, por ejemplo, pueden estar distribuidos en una estructura matricial (véanse las figuras 3 y 4), en las que los inducidos de transmisión 50 120 están alineados en filas y columnas sustancialmente como los nodos de una matriz.

[0102] Como se ilustra en las figuras mencionadas, los inducidos de transmisión 120 pueden tener diversas 55 dimensiones y/o formas geométricas. En particular, la forma y/o dimensión de los inducidos de transmisión 120 puede variar tanto entre diversos modelos del dispositivo de carga 105 como internamente de un mismo modelo de dispositivo de carga 105.

[0103] Los inducidos de transmisión 120 pueden estar distribuidos además sobre un soporte rígido o flexible, 60 blando o duro, plano o no plano, de cualquier forma, grosor o dimensión. Por ejemplo, los inducidos de transmisión 120 del dispositivo alimentador pueden realizarse aplicando láminas conductoras sobre un sustrato dieléctrico grueso o delgado, o incrustando las láminas conductoras entre dos capas de material dieléctrico, o modificando las propiedades eléctricas de un material no conductor de modo que se vuelva localmente conductor.

[0104] Mirando una vez más a la figura 1, el dispositivo de carga 105 comprende además un conjunto de al 65 menos un generador de tensión 130, y un circuito eléctrico primario, indicado esquemáticamente por el número de referencia 135, capaz de conectar cada inducido de transmisión 120 a un generador de tensión 130,

independientemente de los otros.

- 5 **[0105]** Se especifica inmediatamente que el generador de tensión 130 en la presente descripción se considera que es cualquier dispositivo eléctrico capaz de generar una diferencia de potencial eléctrico (tensión) que permanezca sustancialmente constante a lo largo del tiempo. Por lo tanto, esta configuración podría ser una cualquiera destinada a generar directamente una tensión constante en las cabezas del mismo, tal como, por ejemplo, una batería eléctrica, pero también podría ser un rectificador capaz de transformar una corriente alterna, por ejemplo, proveniente de una red de distribución eléctrica doméstica normal, en una corriente continua, o podría ser un convertidor CC/CC capaz de transformar una corriente continua de partida en la tensión apropiada capaz de alimentar el circuito primario 135.
- 10 **[0106]** El dispositivo de usuario 110, a su vez, comprende al menos un par de inducidos de recepción 140 y 141, y un circuito eléctrico secundario, indicado en su totalidad por 145 capaz de conectar los inducidos de recepción 140 y 141 a la carga eléctrica 115.
- 15 **[0107]** En algunas posibles realizaciones, el circuito eléctrico secundario 145 del dispositivo de usuario 110 puede comprender un rectificador de tensión 155 conectado entre los inducidos de recepción 140 y 141 y la carga 115, y posiblemente un circuito de adaptación de la carga (por ejemplo, un circuito CC/CC u otro circuito similar).
- 20 **[0108]** Los inducidos de recepción 140 y 141 también pueden realizarse como placas, láminas, hojas u otro formato de elemento conductor. Cada inducido de recepción 140 y 141 posiblemente puede estar hecho de una pluralidad de placas de pequeñas dimensiones, conectadas apropiadamente entre sí.
- 25 **[0109]** Los inducidos de recepción 140 y 141 pueden estar dispuestos flanqueadas recíprocamente, por ejemplo, coplanares, para definir globalmente en el dispositivo de carga 110 una superficie de recepción 160 que tiene una forma complementaria a la superficie de transmisión 125 del dispositivo de carga 105.
- 30 **[0110]** En las figuras, los inducidos de recepción 140 y 141 se muestran distanciados de la superficie de transmisión 125 solo por razones de claridad. En realidad, están preferiblemente cerca de la superficie de emisión 125, posiblemente cubiertos por una capa dieléctrica que tiene un grosor preferentemente delgado.
- 35 **[0111]** La dimensión y/o la forma de los inducidos de recepción 140 y 141 pueden ser diferentes para diferentes dispositivos de usuario 110 tanto internamente de cada dispositivo de usuario individual 110, como para cada inducido de recepción 110, por ejemplo, en función de las dimensiones del dispositivo y las restricciones geométricas presentes en el dispositivo, así como la energía necesaria para el funcionamiento del dispositivo de usuario. Lo importante es que la forma, dimensión y disposición de los inducidos de recepción 140 y 141 en el dispositivo de usuario 110 y el número, forma, dimensión y disposición de los inducidos de transmisión 120 en el dispositivo de carga 105 deben ser tales que, descansando sobre o cerca de la superficie de recepción 160 del dispositivo de usuario 100 en la superficie de transmisión 125 del dispositivo de carga 105, el par de inducidos de recepción 140 y 142 del dispositivo de usuario 110 esté enfrentado al menos un par de inducidos de transmisión 120 del dispositivo de carga 105, para una pluralidad de posiciones y/u orientaciones del dispositivo de usuario 110 con respecto al dispositivo de carga 105, preferentemente para cualquier posición y/u orientación del dispositivo de usuario 110.
- 40 **[0112]** En las figuras, la superficie de transmisión 125 y la superficie de recepción se muestran distanciadas recíprocamente solo por razones de claridad. En realidad, están preferentemente en contacto recíproco o, en cualquier caso, cerca una de otra.
- 45 **[0113]** De esta manera, en todas las posiciones y/u orientaciones mencionadas anteriormente del dispositivo de usuario 100, cada inducido de recepción 140 y 141 realizará, con el respectivo subconjunto de inducidos de transmisión 120 (al menos uno) que está enfrentado a él, un condensador eléctrico 165 y, respectivamente, 166. Por lo tanto, el par de capacitancias eléctricas 165 y 166 constituirá una impedancia capaz de realizar una conexión inalámbrica entre el circuito primario 135 del dispositivo de carga 105 y el circuito secundario 145 del dispositivo de usuario 110.
- 50 **[0114]** Por lo tanto, el aparato 100 comprende un sistema electrónico para supervisión y selección, indicado esquemáticamente por el número de referencia 170, por ejemplo, un sistema basado en un microprocesador, lógica programable, lógica cableada, circuito integrado u otro, que tiene posiblemente circuitos de acondicionamiento de señal analógica o digital apropiados, que está conectado al circuito primario 135 del dispositivo de carga 105 y que está configurado para identificar un primer subconjunto de inducidos de transmisión 120 que están enfrentados a un inducido de recepción 140, y un segundo subconjunto de inducidos de transmisión 120 que están enfrentados al otro inducido de recepción 141 del dispositivo de usuario 110, y posiblemente para identificar un tercer subconjunto de inducidos de transmisión 120 que no están enfrentados a ningún inducido de recepción 140 y 141 del dispositivo de usuario 110.
- 60 **[0115]** El sistema de supervisión y selección 170 también puede estar configurado para medir la tensión y/o corriente y/o energía transferidas a cada dispositivo de usuario 110.

- [0116]** El aparato 100 comprende finalmente un sistema de mando eléctrico, indicado esquemáticamente por el número de referencia 175. Este sistema de mando 175 también puede estar basado en un microprocesador, lógica programable, lógica cableada, circuito integrado u otro, y puede hacerse un sistema separado al sistema de supervisión y selección 170 (como se ilustra esquemáticamente en la figura 1) o podría estar integrado en un único sistema de control electrónico que también integra el sistema de supervisión y selección 170.
- [0117]** En cualquier caso, el sistema de mando 175 está conectado al circuito primario 135 del dispositivo de carga 105, que está configurado para ordenar al circuito primario 135 que aplique, entre los inducidos de transmisión 120 del primer y el segundo subconjunto identificados por el sistema de supervisión y selección 170, una diferencia de tensión eléctrica que sea variable periódicamente a lo largo del tiempo.
- [0118]** Aplicando esta diferencia de tensión variable a lo largo del tiempo a los inducidos de transmisión 120 que están enfrentados a los inducidos de recepción 140 y 142, el circuito primario 135 aplicado a las capacidades eléctricas 165 y 166 realizaba de ese modo una onda de tensión que se transmite al circuito secundario 145 del dispositivo de usuario 110 y, por lo tanto, a la carga 115.
- [0119]** Variando el número de inducidos de transmisión 120 activados y/o la frecuencia y/o la forma de la señal de pilotaje de cada inducido de transmisión 120, el sistema de mando 175 puede regular eficazmente la tensión y/o la corriente y/o la energía transferida a cada carga 115.
- [0120]** Al mismo tiempo, todos los inducidos de transmisión 120 que no están enfrentados a ningún inducido de recepción pueden mantenerse apagados, garantizando así emisiones insignificantes en todas las partes de la superficie de transmisión 125 en las que no está soportado ningún dispositivo de usuario 110.
- [0121]** Usando un número suficientemente alto de inducidos de transmisión 120, de hecho, es posible definir una superficie de transmisión 125 lo suficientemente grande como para poder alojar también otros dispositivos de usuario 110 (como se ilustra en las figuras), que pueden cargarse al mismo tiempo que el primero y con las mismas modalidades que se definen anteriormente.
- [0122]** Partiendo de la planta general, el aparato 100 puede aplicarse en diversas realizaciones, que difieren principalmente en lo que respecta al diseño del circuito eléctrico primario 135 del dispositivo de carga 105 y, en consecuencia, en lo que respecta a las modalidades con las que los sistemas de mando 175 le ordenan realizar la onda de tensión y aplicarla a los inducidos de transmisión 120.
- [0123]** Como se ilustra en la figura 5, una primera realización puede incluir, por ejemplo, el circuito eléctrico primario 135 que tiene un primer conductor eléctrico 200 conectado directamente a la pinza positiva del generador de tensión 130, y un segundo conductor eléctrico 205 conectado a la pinza negativa de la tensión generador 130. De esta manera, el generador de tensión aplica, entre el primer y el segundo conductor eléctrico 200 y 205, una diferencia de tensión eléctrica que es sustancialmente constante, mayor en el primer conductor 200 y menor en el segundo conductor 205.
- [0124]** También en este ejemplo específico, el segundo conductor eléctrico 205 es una tierra, de modo que al menos la pinza negativa del generador de tensión 130 está conectada a tierra. Sin embargo, es posible que en otras realizaciones el segundo conductor 205 pueda tener un potencial diferente.
- [0125]** El circuito primario 135 puede comprender además una pluralidad de módulos excitantes eléctricos 210, en un número igual al número de inducidos de transmisión 120. Cada inducido de transmisión 120 está conectado a uno solo de estos conmutadores 210, que son individualmente capaces de conectar eléctricamente un inducido de transmisión respectivo (120) selectivamente con el primer conductor eléctrico 200 o el segundo conductor eléctrico 205 (en este caso conectado a tierra). Los conmutadores pueden ser, por ejemplo, transistores bipolares, IGBT, MOSFET, conmutadores MEMS, relés o relés de estado sólido, pares CMOS o cualquier otro tipo de sistema de interrupción de tensión.
- [0126]** Con este diseño de circuito simple, para alimentar la carga 115 de cada dispositivo de usuario 110, el sistema de mando electrónico 175 puede estar configurado para pilotar los conmutadores eléctricos 210 de modo que los inducidos de transmisión 120 del primer subconjunto, es decir, aquellos (al menos uno) que están enfrentados al inducido de recepción 140, se mantengan conectados constantemente a uno de los dos conductores 200 o 205, por ejemplo, el segundo conductor (que se refiere en el ejemplo a tierra), mientras que los inducidos de transmisión 120 del segundo subconjunto, es decir, aquellos (al menos uno) que están enfrentados al otro inducido de recepción 141, están conectados cíclicamente de manera alternativa al primer conductor eléctrico 200 que tiene el potencial más alto y al segundo conductor eléctrico 205 que tiene el potencial más bajo (o viceversa).
- [0127]** Alternativamente, el sistema de mando electrónico puede estar configurado para pilotar los conmutadores eléctricos 210 de modo que los inducidos de transmisión 120 del primer subconjunto, es decir, aquellos

(al menos uno) que están enfrentados al inducido de recepción 140, se mantengan conectados cíclicamente al primer conductor 200 que tiene el potencial más alto y al segundo conductor 205 que tiene el potencial más bajo, mientras que los inducidos de transmisión 120 del segundo subconjunto, es decir, aquellos (al menos uno) que están enfrentados al otro inducido de recepción 141, están analógicamente conectados cíclicamente de manera alternativa al primer conductor eléctrico 200 que tiene el potencial más alto y al segundo conductor eléctrico 205 que tiene el potencial más bajo, pero en contrafase (desplazamiento de 180° en notación vectorial) con respecto a los inducidos de transmisión 120 que están enfrentados al inducido de recepción 140. De esta manera, se aplica una onda de tensión en general al par de capacitancias eléctricas 165 y 166 realizadas por los inducidos de transmisión 120 y los inducidos de recepción 140 y 141 superpuestos entre sí, que se transmite así a la carga 115 colocada en el dispositivo de usuario 110.

[0128] En la figura 6 se ilustra una segunda realización del aparato 100. El circuito primario 135 de la segunda realización es completamente similar al anterior, con respecto al cual difiere solo debido al hecho de incluir un sistema inversor, indicado en general por 215, que está configurado para transformar la corriente continua en la salida del generador de tensión 130 en una onda de tensión que se aplica al primer terminal eléctrico 200.

[0129] El sistema inversor 215 puede comprender, por ejemplo, una rama eléctrica con dos conmutadores (por ejemplo, transistores) 220 dispuestos recíprocamente en serie, que presenta un nodo de extremo conectado a la pinza positiva del generador de tensión 130, un nodo de extremo opuesto conectado a la pinza negativa del generador de tensión 130 (en este caso conectado a tierra) y un nodo central entre los dos conmutadores 200 conectado al primer conductor eléctrico 200.

[0130] De esta manera, pilotando apropiadamente los dos conmutadores 200, el sistema inversor 215 es capaz de aplicar al primer conductor 200 una onda de tensión, manteniendo al mismo tiempo el segundo conductor 205 a una tensión de referencia constante (en el ejemplo, conectado a tierra).

[0131] Con esta variante, la onda de tensión se genera así aguas arriba de los conmutadores 210 que solo tienen la función de activar o no los inducidos de transmisión.

[0132] En consecuencia, para cargar la carga 115 de cada dispositivo de usuario 110, el sistema de mando electrónico 175 puede estar configurado simplemente para pilotar los conmutadores 210 de modo que los inducidos de transmisión 120 del primer subconjunto, es decir, aquellos (al menos uno) que están enfrentados al inducido de recepción 140, se mantengan conectados constantemente al segundo conductor 205 (en el ejemplo, conectado a tierra), mientras que los inducidos de transmisión 120 del segundo subconjunto, es decir, aquellos (al menos uno) que están enfrentados al otro inducido de recepción 141, se mantienen conectados constantemente a primer conductor 200 para recibir la onda de tensión eléctrica producida por el sistema inversor 215.

[0133] En una tercera realización de la invención, ilustrada en la figura 7, el circuito eléctrico primario 135 del dispositivo de carga 105 puede comprender, como en la primera realización, un primer conductor eléctrico 200 conectado directamente a la pinza positiva del generador de tensión 130 y un segundo conductor eléctrico 205 conectado a la pinza negativa del generador de tensión 130, de modo que el generador de tensión 130 aplica, entre el primer y el segundo conductor eléctrico 200 y 205, una diferencia de tensión eléctrica que es sustancialmente constante, mayor en el primer conductor 200 y menor en el segundo conductor 205.

[0134] También en este ejemplo específico, el segundo conductor eléctrico 205 es una tierra, de modo que al menos la pinza negativa del generador de tensión 130 está conectada a tierra. Sin embargo, es posible que en otras realizaciones el segundo conductor 205 pueda tener un potencial diferente.

[0135] El circuito primario 135 comprende además una pluralidad de módulos excitantes eléctricos 300, en un número igual al número de inducidos de transmisión 120. Cada inducido de transmisión 120 está conectado a solo uno de los módulos excitantes 300, que están conectados en paralelo entre el primer y el segundo conductor eléctrico 200 y 205.

[0136] En particular, cada módulo excitante 300 comprende una rama eléctrica que tiene un nodo de extremo conectado al primer conductor 200 y un nodo de extremo opuesto conectado con el segundo conductor 205 (en este caso conectado a tierra). La rama comprende, entre los dos nodos de extremo, un par de conmutadores conectados en serie, de los cuales un conmutador de alta tensión 305 conectado directamente al primer conductor 200 (al que se aplica la mayor tensión) y un conmutador de baja tensión 310 conectado directamente al segundo conductor 205 (en este caso conectado a tierra). Entre estos dos conmutadores 305 y 310, la rama eléctrica presenta un nodo central conectado con el inducido de transmisión respectivo 120.

[0137] Los conmutadores 305 y 310 pueden ser un par de transistores bipolares o IGBT de tipo pnp o npn, en cualquier combinación (por ejemplo, solo tipo npn, solo transistores de tipo pnp, o un transistor pnp y un transistor npn), y también pueden ser un par de MOSFET en cualquier combinación (solo pMOS, par CMOS constituido por un n-MOS y un pMOS), con relés, relés de estado sólido, conmutadores MEMS o cualquier otro conmutador. A título de

ejemplo, cada módulo excitante 300 puede realizarse ventajosamente usando un p-MOS como conmutador de alta tensión 305 y un n-MOS como conmutador de baja tensión 310. Esta estructura constituye un par CMOS fácilmente pilotable, de bajo costo y fácil de integrar, incluso en un solo chip con las tecnologías de semiconductores actuales.

5 **[0138]** Con este diseño de circuito, para cargar la carga 115 de cada dispositivo de usuario 110, el sistema de mando electrónico 175 de esta variante de la tercera realización puede estar configurado para pilotar los conmutadores 305 y 310 de los módulos excitantes 300 de la siguiente manera.

10 **[0139]** Para módulos excitantes 300 conectados a los inducidos de transmisión 120 del primer subconjunto (al menos uno) que están enfrentados a los inducidos de recepción 140, el conmutador de alta tensión 305 se pilota de tal modo que permanezca apagado estáticamente (siempre apagado) mientras que el conmutador de baja tensión 310 se pilota para que se active y desactive cíclicamente a alta frecuencia, excitando de esta manera el inducido de transmisión respectivo 120 y el inducido de recepción 140 que está enfrentado a él con una onda de tensión de alta frecuencia.

15 **[0140]** Para los módulos excitantes 300 conectados a los inducidos de transmisión 120 (al menos uno) que están enfrentados al otro inducido de recepción 141, el conmutador de baja tensión 310 se pilota de tal modo que permanezca apagado estáticamente (siempre apagado) mientras que el conmutador de alta tensión 305 se pilota para que permanezca encendido estáticamente (siempre encendido) o, alternativamente, se pilota para que se encienda y apague cíclicamente a alta frecuencia, con una frecuencia y fase que sean apropiadas con respecto al conmutador de baja tensión de los módulos excitantes conectados a los inducidos de transmisión 120 que están enfrentados al primer inducido de recepción 140 del dispositivo de usuario, por ejemplo en sincronía con respecto a los que están enfrentados al primer inducido de recepción 140.

25 **[0141]** En una estrategia diferente, el sistema de mando electrónico 175 del aparato puede estar configurado para pilotar los conmutadores 305 y 310 del módulo excitante de la siguiente manera.

30 **[0142]** Para módulos excitantes 300 conectados a los inducidos de transmisión 120 (al menos uno) que están enfrentados a los inducidos de recepción 140, el conmutador de baja tensión 310 se pilota de tal modo que permanezca apagado estáticamente (siempre apagado) mientras que el conmutador de alta tensión 305 se pilota para activarse y desactivarse cíclicamente a alta frecuencia, excitando de esta manera el inducido de transmisión respectivo 120 y el inducido de recepción 140 que está enfrentado a él con una onda de tensión de alta frecuencia.

35 **[0143]** Para módulos excitantes 300 conectados a los inducidos de transmisión 120 (al menos uno) que estén enfrentados al otro inducido de recepción 141, el conmutador de alta tensión 305 se pilota de tal modo que permanezca apagado estáticamente (siempre apagado) mientras que el conmutador de baja tensión 310 se pilota para que permanezca encendido estáticamente (siempre encendido) o, alternativamente, se pilota para activarse y desactivarse cíclicamente a alta frecuencia, con una frecuencia y fase que sean apropiadas con respecto al conmutador de alta tensión 305 de los módulos excitantes 300 conectados a los inducidos de transmisión 120 que están enfrentados al primer inducido de recepción 140 del dispositivo de usuario, por ejemplo, en sincronía con respecto a los que están enfrentados al primer inducido de recepción 140.

45 **[0144]** En una tercera estrategia, los conmutadores de alta y baja tensión 305 y 310 conectados a los inducidos de transmisión 120 que están enfrentados a un primer inducido de recepción 140 pueden pilotarse de tal modo que se enciendan y apaguen a alta frecuencia y alternadamente, y los conmutadores de alta y baja tensión 305 y 310 conectados a los inducidos de transmisión 120 enfrentados al otro inducido de recepción 141 pueden pilotarse para que también se enciendan y apaguen alternadamente a alta frecuencia, con una frecuencia y fase que sean apropiadas con respecto a los conmutadores de alta y baja tensión 305 y 310 conectado a los inducidos de transmisión 120 que están enfrentados al primer inducido de recepción 140, por ejemplo, en sincronía con respecto a los que están enfrentados al primer inducido 140.

55 **[0145]** En una cuarta estrategia alternativa, los conmutadores de alta y baja tensión 305 y 310 conectados a los inducidos de transmisión 120 que están enfrentados al primer inducido de recepción 140 pueden pilotarse de tal modo que se enciendan y apaguen a alta frecuencia y alternadamente, mientras que los conmutadores de alta y baja tensión 305 y 310 conectados a los inducidos de transmisión 120 que están enfrentados al otro inducido de recepción 141 pueden pilotarse estáticamente, por ejemplo, los conmutadores de alta tensión 305 encendidos estáticamente (siempre encendidos) y los conmutadores de baja tensión 310 apagados estáticamente (siempre apagados) o, alternativamente, los conmutadores de baja tensión 310 encendidos estáticamente (siempre encendidos) y los conmutadores de alta tensión 305 apagados estáticamente (siempre apagados).

60 **[0146]** En una variante de esta tercera realización, ilustrada en la figura 8, el circuito eléctrico secundario 145 del dispositivo de usuario 110 puede comprender al menos una inductancia eléctrica 150 conectada en serie con cada uno de los inducidos de recepción 140 y 141.

65 **[0147]** El circuito eléctrico primario 135 del cargador puede comprender además una inductancia de choque

315 conectada en serie entre el generador de tensión 130 y el primer conductor eléctrico 200, es decir, en serie con los módulos excitantes 300, y posiblemente un condensador de tanque eléctrico 320 conectado entre el primer conductor eléctrico 200 y el segundo conductor eléctrico 205.

5 **[0148]** Sin embargo, el condensador de tanque 320 podría eliminarse parcial o totalmente aprovechando, por ejemplo, la capacitancia parásita de los conmutadores 305 y 310 del módulo excitante 300.

[0149] Con este diseño de circuito, para cargar la carga 115 de cada dispositivo de usuario 110, la señal de mando electrónica 175 de esta variante de la tercera realización puede estar configurada para pilotar los conmutadores 10 305 y 310 de los módulos excitantes 300 de la siguiente manera.

[0150] Para los módulos excitantes 300 conectados a los inducidos de transmisión 120 del primer subconjunto (al menos uno) que están enfrentados a los inducidos de recepción 140, el conmutador de alta tensión 305 se pilota de tal modo que permanezca encendido estáticamente (siempre encendido) mientras que el conmutador de baja 15 tensión 310 se pilota para que se active y desactive cíclicamente a alta frecuencia, excitando de esta manera el inducido de transmisión respectivo 120 y el inducido de recepción 140 que está enfrentado a él con una onda de tensión de alta frecuencia.

[0151] Para módulos excitantes 300 conectados a los inducidos de transmisión 120 del segundo subconjunto, es decir, aquellos (al menos uno) que están enfrentados al otro inducido de recepción 141, el conmutador de alta 20 tensión 305 se pilota de tal modo que permanezca apagado estáticamente (siempre apagado) mientras que el conmutador de baja tensión 310 se pilota para que permanezca encendido estáticamente (siempre encendido), conectando el inducido de transmisión relativo 120 al segundo conductor 205 que tiene un potencial más bajo (en el ejemplo, conectado a tierra).

25 **[0152]** Alternativamente, el conmutador de baja tensión 310 de los módulos excitantes 300 conectados a los inducidos de transmisión 120 del segundo subconjunto puede pilotarse de tal modo que se encienda y apague a alta frecuencia y en fase con los conmutadores de baja tensión 305 de los módulos excitantes que están conectados a los 30 inducidos de transmisión 120 del primer subconjunto con un desplazamiento y/o una frecuencia tal que permita en cualquier caso la circulación de corriente en la carga.

[0153] En una estrategia diferente, el sistema de mando electrónico 175 del aparato puede estar configurado de la siguiente manera.

35 **[0154]** Para módulos excitantes 300 conectados a los inducidos de transmisión 120 del primer subconjunto, es decir, aquellos (al menos uno) que están enfrentados a los inducidos de recepción 140, el conmutador de alta tensión 305 y el conmutador de baja tensión 310 pueden pilotarse ambos para que se enciendan y apaguen cíclicamente a alta frecuencia en fase uno con el otro (ambos encendidos o apagados simultáneamente).

40 **[0155]** Para módulos excitantes 300 conectados a los inducidos de transmisión 120 del segundo subconjunto, es decir, aquellos (al menos uno) que están enfrentados al otro inducido de recepción 141, el conmutador de alta tensión 305 y el conmutador de baja tensión 210 también son pilotados por etapas de tal modo que se enciendan y 45 apaguen cíclicamente a alta frecuencia y en fase uno con el otro (ambos encendidos o apagados simultáneamente), pero en fase opuesta con respecto a los conmutadores 305 y 310 de los módulos excitantes 300 que están conectados a los inducidos de transmisión 120 del primer subconjunto (es decir, desplazados 180° en notación vectorial).

[0156] Con esta estrategia, cada inducido de transmisión 120 del primer y el segundo subconjunto funciona tanto como desplazamiento de ida como de retorno para la corriente eléctrica. Por el contrario, los conmutadores de 50 alta frecuencia 305 deben pilotarse a alta presión, con la consiguiente complicación del sistema de accionamiento de los conmutadores.

[0157] En todos los casos descritos anteriormente, los módulos excitantes 300 conectados a los inducidos de transmisión 120 que no están enfrentados a ningún inducido de recepción 140 y 141 de ningún dispositivo de usuario 110, el conmutador de alta tensión 305 puede mantenerse apagado estáticamente (siempre apagado) mientras que 55 el conmutador de baja tensión 310 puede mantenerse o bien encendido o bien apagado, para conectar el inducido de transmisión respectivo 120 al segundo conductor de bajo potencial 120 (por ejemplo, conectado a tierra) o dejarlo flotando. En una variante adicional de la tercera realización, mostrada en la figura 9, cada módulo excitante 300 puede comprender una inductancia 325 conectada entre el nodo central y los dos conmutadores en serie 305 y 310 y el inducido de transmisión respectivo 120.

60 **[0158]** De esta manera, la inductancia o las inductancias 150 que están en serie con los inducidos de recepción 140 del dispositivo de usuario 110 pueden eliminarse parcial o totalmente, por ejemplo, para reducir las dimensiones del dispositivo de usuario. Cada módulo excitante 300 también puede comprender un condensador eléctrico 330 65 conectado entre el nodo central y los dos conmutadores en series 305 y 310 y el segundo terminal 205 del circuito primario 135 (en el ejemplo, conectado a tierra).

[0159] De esta manera, el condensador de tanque 320 también puede eliminarse parcial o totalmente, sin que el aparato de transmisión 100 se altere conceptualmente.

5 **[0160]** El conjunto de los componentes eléctricos reactivos (inducidos de transmisión, inducidos de recepción e inductores) de esta tercera realización (en todas sus variantes) puede sintonizarse para resonar a una frecuencia de pilotaje igual o similar a al menos uno de los conmutadores 305 o 310 de cada módulo excitante 300. Además, dimensionado apropiadamente estos componentes eléctricos, el circuito completo del aparato de transmisión, constituido por el circuito primario 135 y el circuito secundario 145 acoplados por los inducidos de transmisión 120 y
10 los inducidos de recepción 140 y 141, puede compararse a un circuito resonante, por ejemplo, amplificadores de clase E, F, E/F o similares.

[0161] De esta manera, las pérdidas en el circuito mencionado anteriormente pueden ser muy bajas, casi efectivamente cero, ya que los circuitos resonantes (por ejemplo, en clase E, F, E/F o similares) se sintonizan para
15 eliminar o al menos minimizar todas las pérdidas, de este modo con un rendimiento muchísimo mejor que los de cualquier sistema inductivo.

[0162] En una cuarta realización de la invención, ilustrada en la figura 10, el circuito eléctrico primario 130 del dispositivo de carga 105 comprende, como en la realización anterior, un primer conductor eléctrico 200 conectado
20 directamente a la pinza positiva del generador de tensión 130 y un segundo conductor eléctrico 205 conectado a la pinza negativa del generador de tensión 130, de modo que el generador de tensión 130 aplica, entre el primer y el segundo conductor eléctrico 200 y 205, una diferencia de tensión eléctrica que es sustancialmente constante, mayor en el primer conductor 200 y menor en el segundo conductor 205.

25 **[0163]** También en este ejemplo, el segundo conductor eléctrico 205 es una tierra, de modo que al menos la pinza negativa del generador de tensión 130 está conectada a tierra. Sin embargo, es posible que en otras realizaciones el segundo conductor 205 pueda tener un potencial diferente.

[0164] El circuito primario 135 comprende nuevamente una pluralidad de módulos excitantes eléctricos 300, en
30 un número igual al número de inducidos de transmisión 120. Cada inducido de transmisión 120 está conectado a solo uno de los módulos excitantes 300, que están conectados recíprocamente en paralelo entre el primer y el segundo conductor eléctrico 200 y 205.

[0165] Cada módulo excitante 300 comprende una rama eléctrica que tiene un nodo de extremo conectado al
35 primer conductor 200 y un nodo de extremo opuesto conectado con el segundo conductor 205 (en este caso conectado a tierra). La rama comprende, entre los dos nodos de extremo, una inductancia 335 y un conmutador 340 conectados en serie, donde la inductancia 335 está conectada directamente al primer conductor 200 (al que se aplica la mayor tensión) mientras que el conmutador 340 está conectado directamente al segundo conductor 205 (en este caso conectado a tierra). Un nodo central está comprendido entre la inductancia 335 y el conmutador 340, conectado
40 eléctricamente al inducido de transmisión respectivo 120.

[0166] El conmutador 340 de cada módulo excitante 300 puede ser un transistor bipolar o un IGBT de tipo pnp o npn, o puede ser un MOSFET (n-MOS, p-MOS), un conmutador MEMS, un relé, un relé de estado sólido o cualquier
45 otro conmutador.

[0167] También en esta realización, el circuito eléctrico secundario 145 del dispositivo de usuario 110 puede comprender al menos una inductancia eléctrica 150 conectada en serie con cada uno de los inducidos de recepción
140 y 141.

50 **[0168]** También en esta realización, el circuito eléctrico primario 130 puede comprender una inductancia de choque 315 conectada en serie entre el generador de tensión 130 y el primer conductor eléctrico 200, es decir, en serie con los módulos excitantes 300, y posiblemente un condensador de tanque eléctrico 320 conectado entre el primer conductor eléctrico 200 y el segundo conductor eléctrico 205.

55 **[0169]** Sin embargo, el condensador de tanque 320 puede eliminarse parcial o totalmente aprovechando, por ejemplo, la capacitancia parásita de los conmutadores 340 del módulo excitante 300.

[0170] La inductancia de choque 315 también podría eliminarse parcial o totalmente por medio de un dimensionamiento apropiado de las inductancias de cada módulo excitante. La eliminación de la inductancia de choque
60 315 podría garantizar, por ejemplo, que los inducidos de transmisión 120 mantenidos apagados se establezcan en una tensión eléctrica continua y, por lo tanto, no generen contaminación o pérdidas electromagnéticas y no interactúen de ninguna manera con el entorno circundante.

[0171] En la práctica, esta cuarta realización es sustancialmente similar a la tercera, de la cual difiere solo en
65 que sustituye el conmutador de alta tensión 305 por la inductancia apropiada 335.

- [0172]** Con esta solución, para cargar la carga 115 de cada dispositivo de usuario 110, la señal de mando electrónica 175 del aparato 100 puede estar configurada para pilotar los conmutadores 340 de los módulos excitantes 300 de la siguiente manera. Para módulos excitantes 300 conectados a los inducidos de transmisión 120 del primer subconjunto, es decir, aquellos (al menos uno) que están enfrentados a los inducidos de recepción 140, el único conmutador 340 se pilota de tal modo que se encienda y apague cíclicamente a alta frecuencia.
- [0173]** Para módulos excitantes 300 conectados a los inducidos de transmisión 120 del segundo subconjunto, es decir, aquellos (al menos uno) que están enfrentados al otro inducido de recepción 141, el único conmutador 340 se pilota de tal modo que se encienda y apague cíclicamente a alta frecuencia, en sincronía pero en fase opuesta con respecto a los conmutadores 340 de los módulos excitantes 300 del primer subconjunto (desplazados 180° en notación vectorial).
- [0174]** De esta manera, los inducidos de transmisión 120 del primer subconjunto serán excitados con una onda de tensión periódica, mientras que los inducidos de transmisión del segundo subconjunto serán excitados con la misma onda de tensión, pero desplazada en una cantidad de la mitad del período (180° en notación vectorial). El pilotaje permite tener siempre la máxima diferencia de potencial entre los inducidos de transmisión 120 del primer y el segundo subconjunto, de modo que aguas abajo de los inducidos de recepción 140 y 141 es posible recoger energía útil para cargar la carga 115. Sin embargo, son posibles otras soluciones de pilotaje, obtenidas variando la frecuencia, fase y forma de la señal de excitación de los conmutadores 340, todas válidas si fuera posible recoger energía útil para cargar la carga 115 aguas abajo de los inducidos de recepción 140 y 141. Al mismo tiempo, el cambio en el número de inducidos de transmisión 120, así como la variación de la frecuencia, la fase y la forma de la señal de excitación de los conmutadores 340 pueden aprovecharse apropiadamente para controlar la tensión y/o la corriente y/o la energía transferida a la carga 115.
- [0175]** En cuanto a los módulos excitantes 300 conectados a los inducidos de transmisión 120 que no están enfrentados a ningún inducido de recepción 140 o 141 de ningún dispositivo de usuario 110, el único conmutador 340 puede mantenerse apagado estáticamente (siempre apagado).
- [0176]** Como se ilustra en la figura 10, cada módulo excitante 300 también puede comprender un condensador eléctrico 345 conectado entre el nodo central de la rama eléctrica, entre la inductancia 335 y el conmutador 340, y el segundo terminal 205 del circuito primario 135 (en el ejemplo, conectado a tierra).
- [0177]** De esta manera, el condensador de tanque 320 también puede eliminarse parcial o totalmente, sin que el aparato de transmisión 100 se altere conceptualmente.
- [0178]** La figura 11 ilustra una variante de la cuarta realización que difiere de lo que se describe en lo anterior solo en que cada módulo excitante 300 también comprende una inductancia 350 conectada entre el nodo central de la rama eléctrica, entre la inductancia 335 y el conmutador 340, y el inducido de transmisión relativo 120.
- [0179]** De esta manera, la inductancia o las inductancias 150 que están en serie con los inducidos de recepción 140 y 141 del dispositivo de usuario 110 pueden eliminarse parcial o totalmente, por ejemplo, para reducir las dimensiones del dispositivo de usuario 110.
- [0180]** Como en el caso anterior, el conjunto de los componentes eléctricos reactivos (inducidos de transmisión, inducidos de recepción y posiblemente inductores) de esta cuarta realización puede sintonizarse para resonar a una frecuencia de pilotaje igual o similar a la del conmutador 340 de cada módulo excitante 300. Además, dimensionado apropiadamente estos componentes eléctricos, el circuito completo, constituido por el circuito primario 130 y el circuito secundario 145 acoplados por los inducidos de transmisión 120 y los inducidos de recepción 140 y 141, puede compararse a un circuito resonante, por ejemplo, amplificadores de clase E, F, E/F o similares.
- [0181]** En un aspecto común a todas las realizaciones definidas anteriormente, el circuito primario 135 que pilota los inducidos de transmisión 120 puede realizarse mediante una tarjeta electrónica dedicada, que puede conectarse mediante cableado a los inducidos de transmisión.
- [0182]** Alternativamente, el circuito primario puede realizarse parcial o totalmente distribuido, por ejemplo, directamente en la subcapa en la que se aplican los inducidos de transmisión 120, usando, por ejemplo, una o más capas conductoras superpuestas (multicapa), cada una trabajada especialmente para realizar vías conductoras apropiadas, capaces de realizar uno cualquiera de los diseños conceptuales descritos anteriormente.
- [0183]** Por ejemplo, un circuito impreso multicapa puede realizarse con subcapas dieléctricas rígidas o flexibles, duras o blandas, en las que los inducidos de transmisión se realizan en una primera capa conductora y en las que los componentes electrónicos están montados y/o diseñados en la capa conductora final y están conectados a los inducidos de transmisión por medio de vías comunes.

[0184] En particular, el sistema puede permitir minimizar o eliminar inductancias y capacitancias discretas, realizándolas directamente en las láminas que constituyen el sistema de transmisión.

[0185] Un ejemplo de este tipo de solución se ilustra en las figuras 12 y 13, en las que los inducidos de transmisión 120 se aplican en una capa dieléctrica 500 y, finalmente, se aíslan del entorno circundante mediante una capa dieléctrica adicional ubicada encima de los propios inducidos. Se aplica una capa conductora 505 debajo de la capa dieléctrica 500, conectada, por ejemplo, a tierra, seguida de una capa dieléctrica adicional 510 y, por último, de una capa conductora adicional 515 conectada al generador de tensión 130. Los componentes eléctricos pasivos del circuito primario 135 (por ejemplo, capacitancias, inductores, resistencias si están presentes, etc.) pueden montarse en la capa conductora final 515, así como las pistas y los lugares de los componentes eléctricos activos (por ejemplo, transistores, conmutadores), indicados en su totalidad por 525, que están finalmente conectados a la tierra y a los inducidos de transmisión 120 por medio de vías 520 que pasan entre las diversas capas. Naturalmente, sin embargo, es posible modificar el número y la disposición de las capas según las necesidades, sin alterar el sistema.

[0186] De esta manera, se obtienen esterillas de carga sustancialmente pequeñas, que tienen un grosor delgado y que posiblemente se pueden cortar en cualquier forma sin pérdida en cuanto a funcionalidad, son muy resistentes con respecto al daño localizado y que tienen un coste relativamente bajo.

[0187] Por lo tanto, esta esterilla puede aplicarse, a bajo coste y con una tecnología fácilmente escalable, sustancialmente, por ejemplo, a cualquier superficie de mesa preexistente, o a un mueble, pared, el interior de un automóvil y muchos otros lugares, transformándola en un sistema de alimentación y recarga inalámbrico.

[0188] En un aspecto adicional de la invención, existe una posibilidad adicional de realizar, así como los componentes pasivos (tales como inductores, capacitancias, cualquier resistencia), también los componentes electrónicos activos (por ejemplo, los MOSFET, otros transistores o conmutadores) del circuito primario directamente en capas delgadas, por ejemplo, por medio de tecnología TFT (transistor de película delgada) que ha sido aprovechada durante algún tiempo en forma de pantallas planas de OFET (transistores orgánicos de efecto de campo).

[0189] La tecnología TFT puede usarse, por ejemplo, para crear capas delgadas en las que todos los componentes necesarios para el pilotaje de cada inducido de transmisión pueden realizarse en un número muy alto directamente en una sola subcapa, por ejemplo, polimérica.

[0190] Por lo tanto, estas capas delgadas pueden aplicarse directamente al elemento multicapa de la figura 12, mejorando aún más las cualidades principalmente en cuanto a reducción de grosor, contención de coste y simplicidad de pilotaje.

[0191] De hecho, gracias a la tecnología TFT, los conmutadores asociados a los inducidos de transmisión individuales 120 de la matriz pueden pilotarse mediante la escansión de filas y columnas, como sucede con la pantalla plana, reduciendo drásticamente la complejidad de la tarjeta de control.

[0192] Alternativamente, es posible hacer que cada sistema de pilotaje sea autónomo, equipándolo con un sistema de control autónomo que permita que el inducido de transmisión individual 120 entre en un estado determinado (apagado, encendido, para pilotar el primer inducido, encendido para pilotar el segundo inducido) sin ninguna necesidad de ningún sistema o tarjeta de control externo, en función de la medición de las propiedades (eléctricas y de otro tipo) del inducido individual, por ejemplo, impedancia, tensión, corriente o señales particulares transmitidas entre los inducidos para determinar un protocolo de comunicación entre inducidos auténtico y apropiado, destinado a informar a los inducidos independientes individuales del estado general del sistema o de una parte del mismo o del estado en el que se pondrá el inducido individual. Esta comunicación puede producirse por inyección y lectura de señales piloto entre los inducidos de transmisión a través de los inducidos de recepción, o los inducidos de recepción pueden señalar su presencia por medio de una señal piloto leída independientemente por los inducidos de transmisión individuales.

[0193] Vale la pena señalar que es muy económico realizar láminas de transmisión de energía inalámbrica de energía así configuradas, con la posibilidad de alcanzar frecuencias y, por lo tanto, energías transmitidas que son muy altas, para tener éxito en la carga inalámbrica de muchos dispositivos de usuario 110 al mismo tiempo, tales como ordenadores, teclados, ratones, tabletas, teléfonos, lectores de mp3, televisores, equipos estéreo, sistemas de iluminación, etc.

[0194] En un aspecto adicional de la invención, común a todas las realizaciones descritas anteriormente, para identificar si un inducido de transmisión 120 del dispositivo de carga está enfrentado al inducido de recepción 140, el inducido de recepción 141 o si no está enfrentado a nada o a un objeto diferente, el sistema electrónico de supervisión y selección puede estar configurado para llevar a cabo una etapa preliminar de supervisión. En términos generales, esta etapa de supervisión puede incluir suministrar a cada inducido de transmisión 120 una señal eléctrica de prueba predeterminada y medir un parámetro del circuito (por ejemplo, la impedancia de otra propiedad física y/o eléctrica del inducido de transmisión 120) cuyo valor se conoce previamente en el que el inducido de transmisión 120 está

enfrentado a un inducido de recepción 140 o 141 o no está enfrentado a nada.

[0195] Comparando el valor medido con los valores conocidos del parámetro supervisado, el sistema de supervisión y selección es capaz de discernir la condición específica de cada inducido de transmisión individual 120.

5

[0196] Por ejemplo, la etapa de supervisión podría incluir suministrar a cada inducido de transmisión 120 una señal eléctrica de pilotaje predeterminada y medir la tensión en el inducido de transmisión 120 o la corriente en una rama del circuito. Durante la etapa de supervisión, el inducido de transmisión 120 puede ser alimentado con una tensión diferente con respecto a la tensión de funcionamiento durante la carga de la carga 120, por ejemplo, para eliminar cualquier fuente de contaminación electromagnética o para acelerar la supervisión.

10

[0197] Si el inducido de transmisión 120 está enfrentado a un inducido de recepción 140 o 141, en virtud de la impedancia del inducido de recepción 140 y 141 y la sintonización específica del circuito (que son parámetros conocidos), la tensión o corriente medida debería tener una forma de onda característica predeterminada, muy diferente de la forma de onda que se produciría si el inducido de transmisión 120 no estuviera enfrentado a nada, o si estuviera enfrentado a otro objeto. En consecuencia, según si la forma de onda medida coincide o no con una de las formas de onda características mencionadas anteriormente, la fase de supervisión es capaz de establecer si el brazo de transmisión 120 está enfrentado a un inducido de recepción 140 o 141, un objeto diferente o si no está enfrentado a nada.

15

20

[0198] Si se establece que el inducido de transmisión 120 está enfrentado a un inducido de recepción, la etapa de supervisión puede distinguir si es el inducido 140 o el inducido 141, por ejemplo, por medio de la medición de cómo la señal piloto aplicada al inducido de transmisión 120 influye en los inducidos de transmisión cercanos 120, a través de la presencia del inducido de recepción 140 o 141.

25

[0199] Esta etapa de supervisión puede llevarse a cabo al mismo tiempo o en secuencia en todos los inducidos de transmisión 120 del dispositivo de carga con un único procedimiento de diagnóstico, que puede llevarse a cabo de manera continua y periódica o cuando se producen eventos significativos.

30

[0200] Alternativamente, la etapa de supervisión puede realizarse para cada inducido de transmisión independientemente de los otros, en modo continuo, modo periódico y/o cuando se producen eventos significativos.

[0201] Como se mencionó anteriormente, la selección y el mando de los inducidos de transmisión 120 puede llevarse a cabo mediante un sistema de control electrónico, capaz de leer las cantidades salientes y pilotar apropiadamente todos los conmutadores del circuito primario 135, o puede llevarse a cabo mediante una pluralidad de sistemas de control electrónico (por ejemplo, uno para cada grupo de inducidos, o incluso uno o más de uno para cada inducido), evitando de esta manera el cableado y haciendo que cada inducido de transmisión 120 sea autónomo, haciendo que el sistema sea robusto y extremadamente versátil (por ejemplo, capaz de ser cortado en cualquier forma y, por lo tanto, fácilmente aplicable a cualquier superficie).

40

[0202] En este último caso, se puede incluir un sistema de comunicación entre los inducidos de transmisión 120, por lo demás independientes, posiblemente a través de los inducidos de recepción que reaccionan pasivamente, útil para compartir datos entre los diversos sistemas de control, o un sistema de comunicación entre inducidos de recepción (que señalizan activa o pasivamente la presencia de los mismos) y los inducidos de transmisión (que son informados de la proximidad del primer o el segundo inducido de recepción). Independientemente del protocolo de comunicación, es posible aprovechar las señales inyectadas en los inducidos de transmisión 120 para intercambiar datos entre sistemas de control, útil, por ejemplo, para comprender si los inducidos cercanos están activos, para sincronizar los inducidos, activar correctamente los inducidos individuales, etc., o pueden aprovecharse las señales generadas por un circuito apropiado en el dispositivo que debe ser cargado, conectado a los inducidos de recepción.

45

[0203] Obviamente, un experto técnico en el campo podría realizar numerosas modificaciones de naturaleza técnica-aplicativa al aparato y las variantes del mismo, sin abandonar el alcance de la invención como se reivindica a continuación.

50

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (100) para transferir energía a una carga eléctrica (115), que comprende:
 - 5 un dispositivo de carga (105) que comprende un conjunto de al menos tres inducidos de transmisión (120), y un circuito eléctrico primario (135) capaz de conectar cada inducido de transmisión (120) a un generador de tensión (130),
 - un dispositivo de usuario (110), separado e independiente del dispositivo de carga (105), que comprende la carga eléctrica (115), al menos un par de inducidos de recepción (140, 141), y un circuito eléctrico secundario (145) capaz
 - 10 de conectar los inducidos de recepción (140, 141) a la carga eléctrica (115), pudiendo el par de inducidos de recepción estar enfrentados a al menos un par de inducidos de transmisión (120) del dispositivo de carga (105) realizando con los mismos al menos dos condensadores eléctricos distintos (165, 166),
 - un sistema electrónico (170) para supervisión y selección, conectado al circuito primario (135) del dispositivo de carga (105), dicho sistema electrónico (170) está configurado para identificar un primer subconjunto de inducidos
 - 15 de transmisión (120) que están enfrentados a un inducido (140) de los inducidos de recepción del dispositivo de usuario (110), y para identificar un segundo subconjunto de inducidos de transmisión (120) que están enfrentados al otro inducido de recepción (141) del dispositivo de usuario (110), y
 - un sistema de mando electrónico (175) conectado al circuito primario (135) del dispositivo de carga (105), que está configurado para ordenar al circuito primario que aplique, entre los inducidos de transmisión (120) del primer y el
 - 20 segundo subconjunto, una diferencia en la tensión eléctrica que es variable periódicamente en el tiempo **caracterizado por que** el circuito eléctrico primario (135) del dispositivo de carga (105) comprende:
 - un primer y un segundo conductor eléctrico (200, 205), que están conectados eléctricamente al generador de
 - 25 tensión (130) de tal manera que están sometidos a una diferencia constante de tensión eléctrica, y
 - una pluralidad de módulos eléctricos excitantes (300) conectados en paralelo entre el primer y el segundo conductor eléctrico (200, 205) y conectados individualmente a un inducido de transmisión respectivo (120), cada uno de los cuales comprende una inductancia (335) y un conmutador (340) conectados en serie y entre los cuales está comprendido un nodo central que está conectado eléctricamente al inducido de transmisión respectivo (120).
- 30 2. El aparato (100) de la reivindicación 1, en el que el circuito eléctrico secundario (145) comprende al menos una inductancia eléctrica (150) conectada en serie con los inducidos de recepción (140, 141).
3. El aparato (100) de la reivindicación 1 o 2, en el que el circuito eléctrico secundario (145) comprende un
- 35 rectificador de tensión (155) conectado entre los inducidos de recepción (140, 141) y la carga (115).
4. El aparato (100) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el circuito eléctrico primario (135) del dispositivo de carga (105) comprende una inductancia (315) conectada en serie entre el generador de tensión (130) y el primer conductor eléctrico (200).
- 40 5. El aparato (100) de la reivindicación 4, en el que el circuito primario (135) del dispositivo de carga (105) comprende un condensador (320) conectado entre el primer conductor eléctrico (200) y el segundo conductor eléctrico (205).
- 45 6. El aparato (100) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada módulo excitante (300) comprende una inductancia (325, 350) conectada entre el nodo central y el inducido respectivo (120).
7. El aparato (100) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada módulo excitante (300) comprende un condensador eléctrico (330, 345) conectado entre el nodo central y el segundo terminal (205) del circuito
- 50 primario (135).
8. Un procedimiento para transferir energía a una carga eléctrica (115), que comprende etapas de:
 - 55 predisponer un dispositivo de carga (105) que comprende un conjunto de al menos tres inducidos de transmisión (120) y un circuito eléctrico primario (135) capaz de conectar cada inducido de transmisión (120) a un generador de tensión (130),
 - predisponer un dispositivo de usuario (110), separado e independiente del dispositivo de carga (105), que comprende la carga eléctrica (115), al menos un par de inducidos de recepción (140, 141) y un circuito eléctrico secundario (145) capaz de conectar los inducidos de recepción (140, 141) a la carga eléctrica (115), pudiendo el
 - 60 par de inducidos de recepción estar enfrentados a al menos un par de inducidos de transmisión (120) del dispositivo de carga (105) realizando con los mismos al menos dos capacitancias eléctricas distintas (165, 166),
 - identificar un primer subconjunto de inducidos de transmisión (120) que están enfrentadas a un inducido (140) de los inducidos de recepción del dispositivo de usuario (105), y para identificar un segundo subconjunto de inducidos
 - 65 de transmisión (120) que están enfrentados al otro inducido de recepción (141) del dispositivo de usuario (110), y ordenar al circuito primario (135) que aplique, entre los inducidos de transmisión (120) del primer y el segundo

subconjunto, una diferencia de tensión eléctrica que es variable periódicamente en el tiempo, en el que el circuito eléctrico primario (135) del dispositivo de carga (105) comprende:

- 5 un primer y un segundo conductor eléctrico (200, 205), que están conectados eléctricamente al generador de tensión (130) de tal manera que están sometidos a una diferencia constante de tensión eléctrica, y una pluralidad de módulos eléctricos excitantes (300) conectados en paralelo entre el primer y el segundo conductor eléctrico (200, 205) y conectados individualmente a un inducido de transmisión respectivo (120), cada uno de los cuales comprende una inductancia (335) y un conmutador (340) conectados en serie y entre los cuales está comprendido un nodo central que está conectado eléctricamente al inducido de transmisión respectivo (120).
- 10

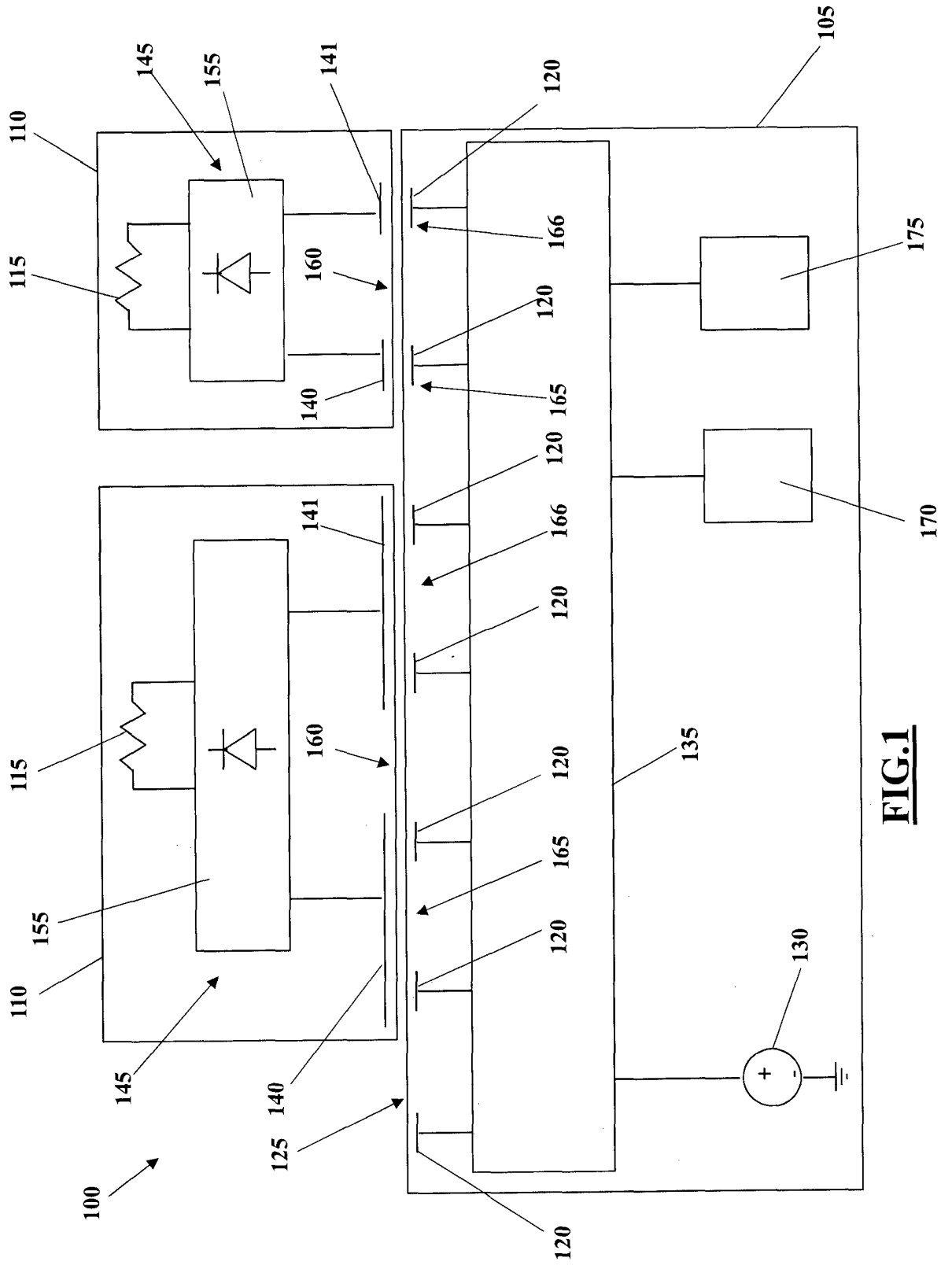


FIG.1

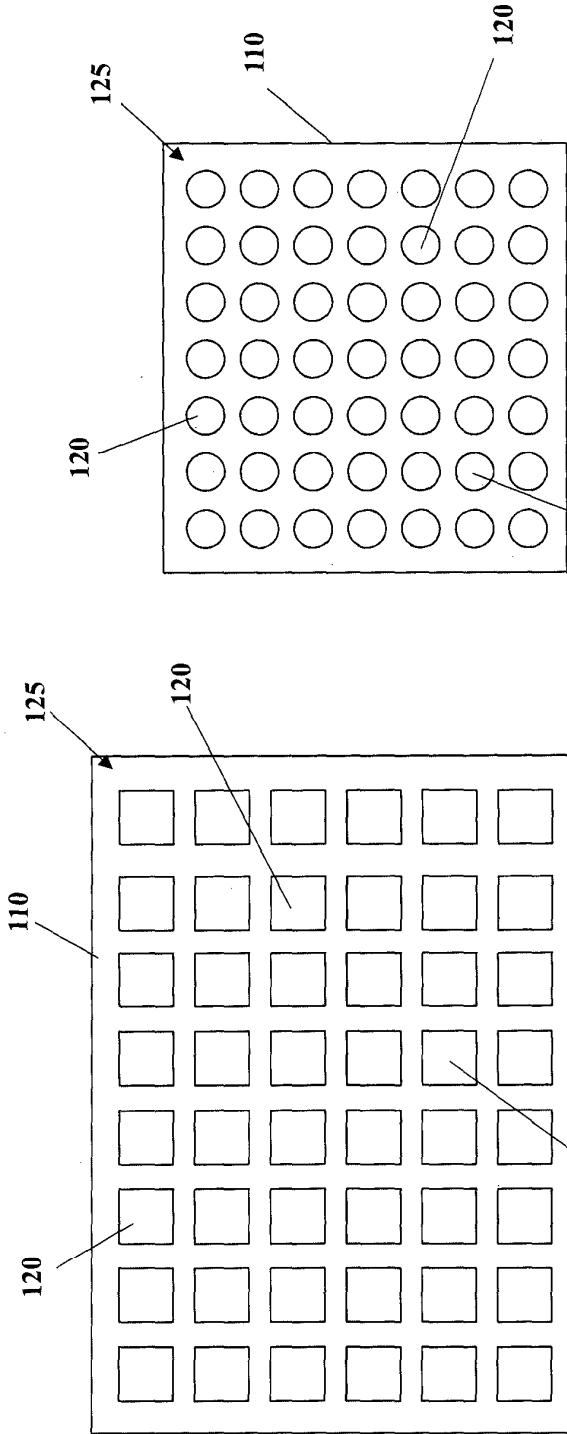


FIG. 4

FIG. 3

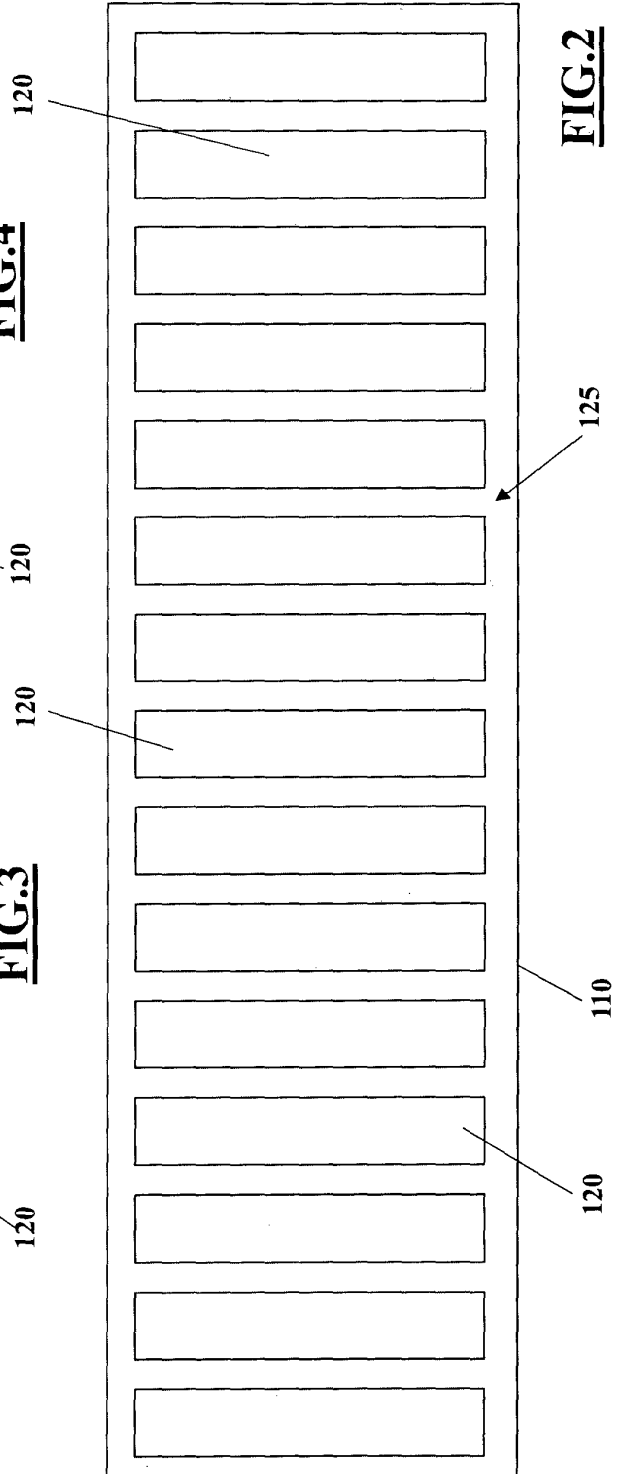


FIG. 2

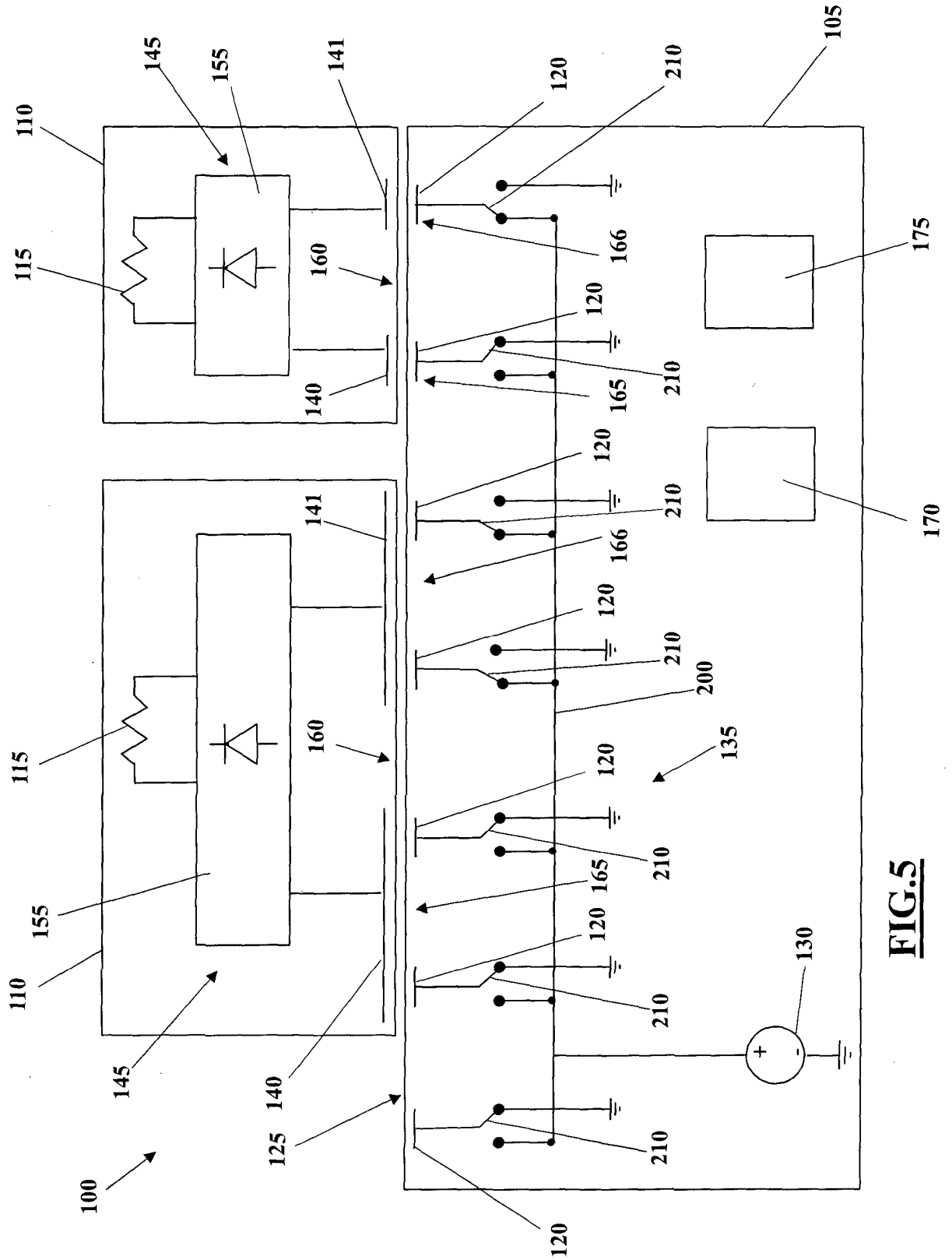


FIG. 5

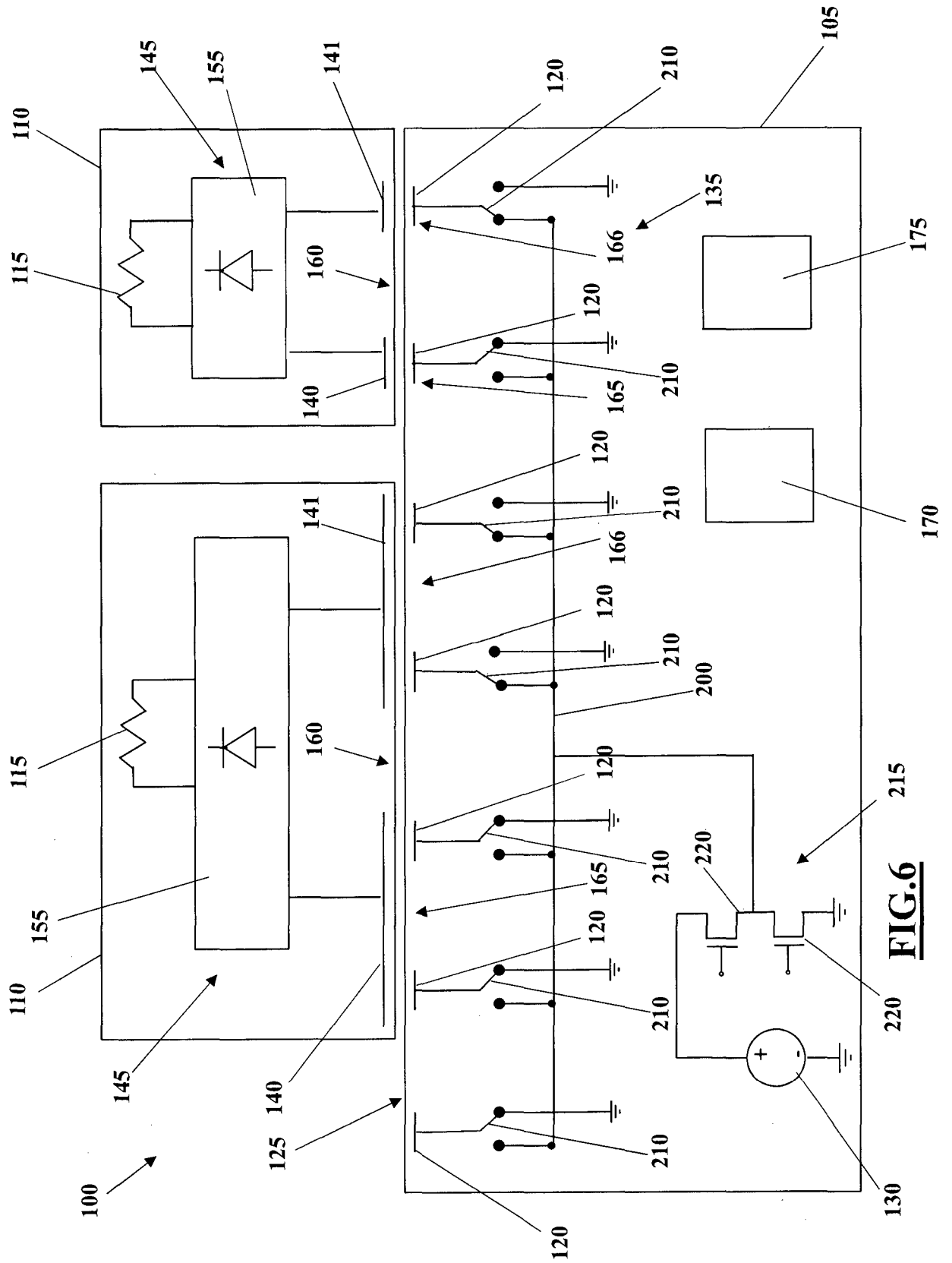


FIG. 6

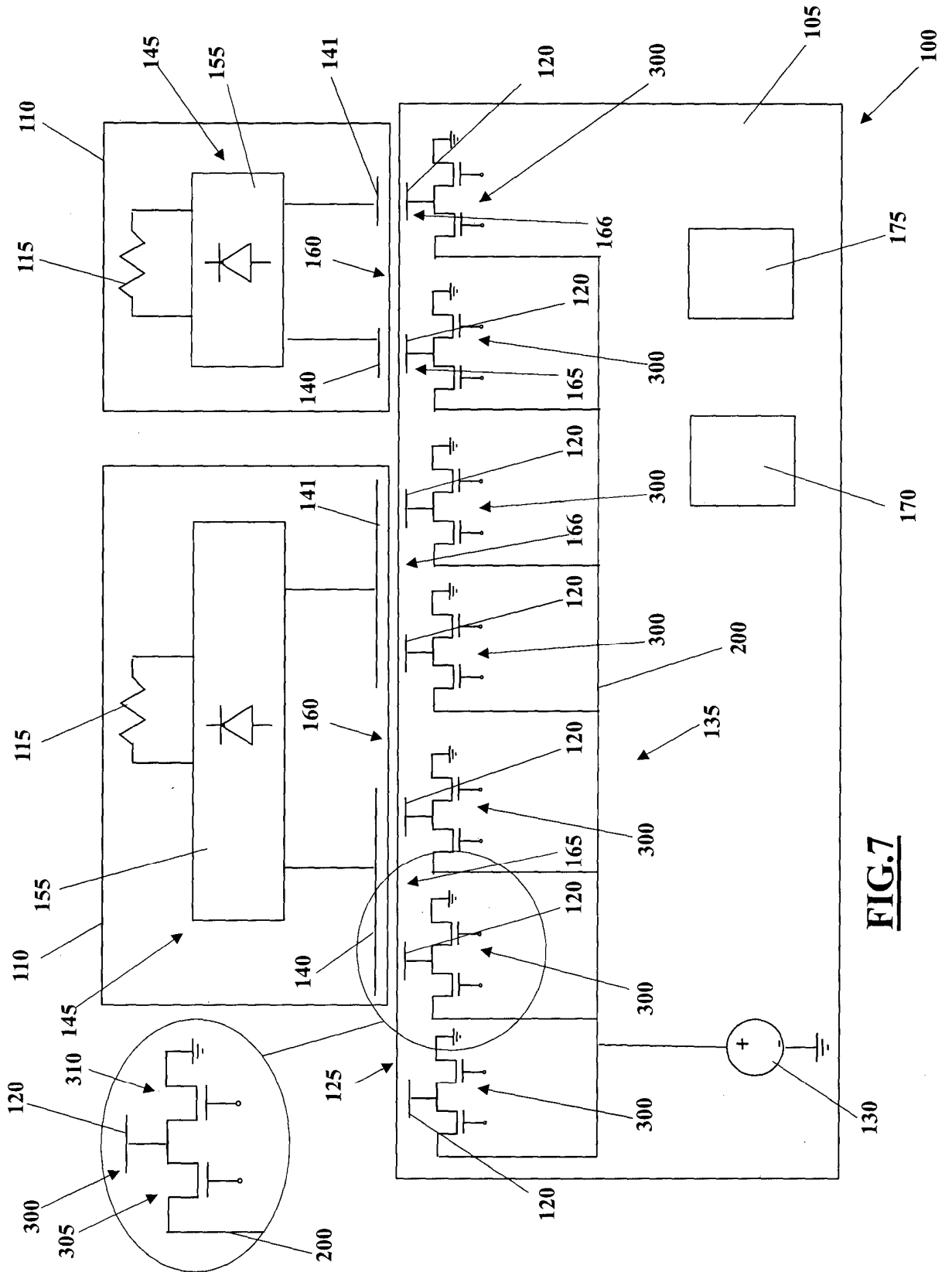


FIG. 7

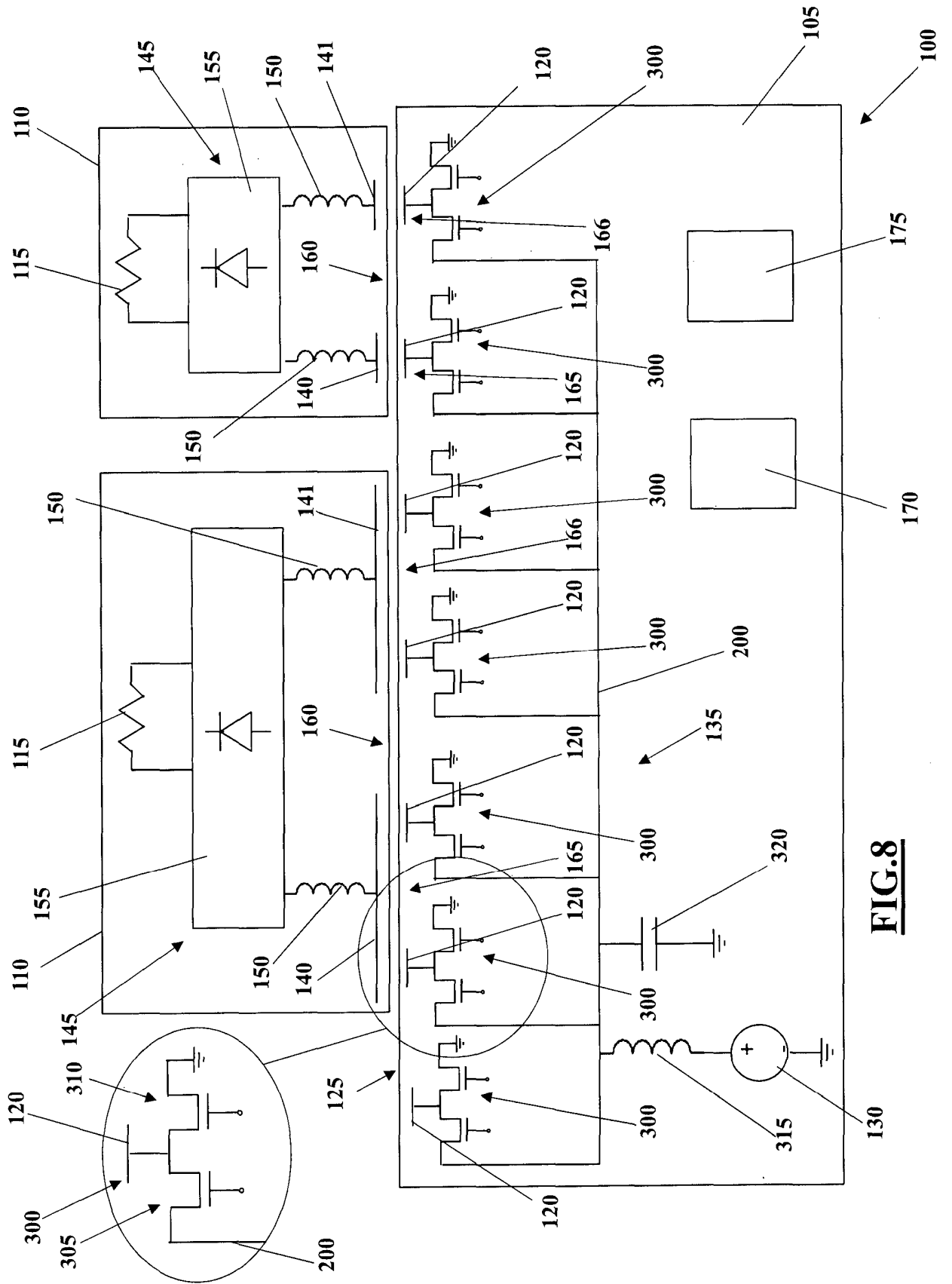


FIG. 8

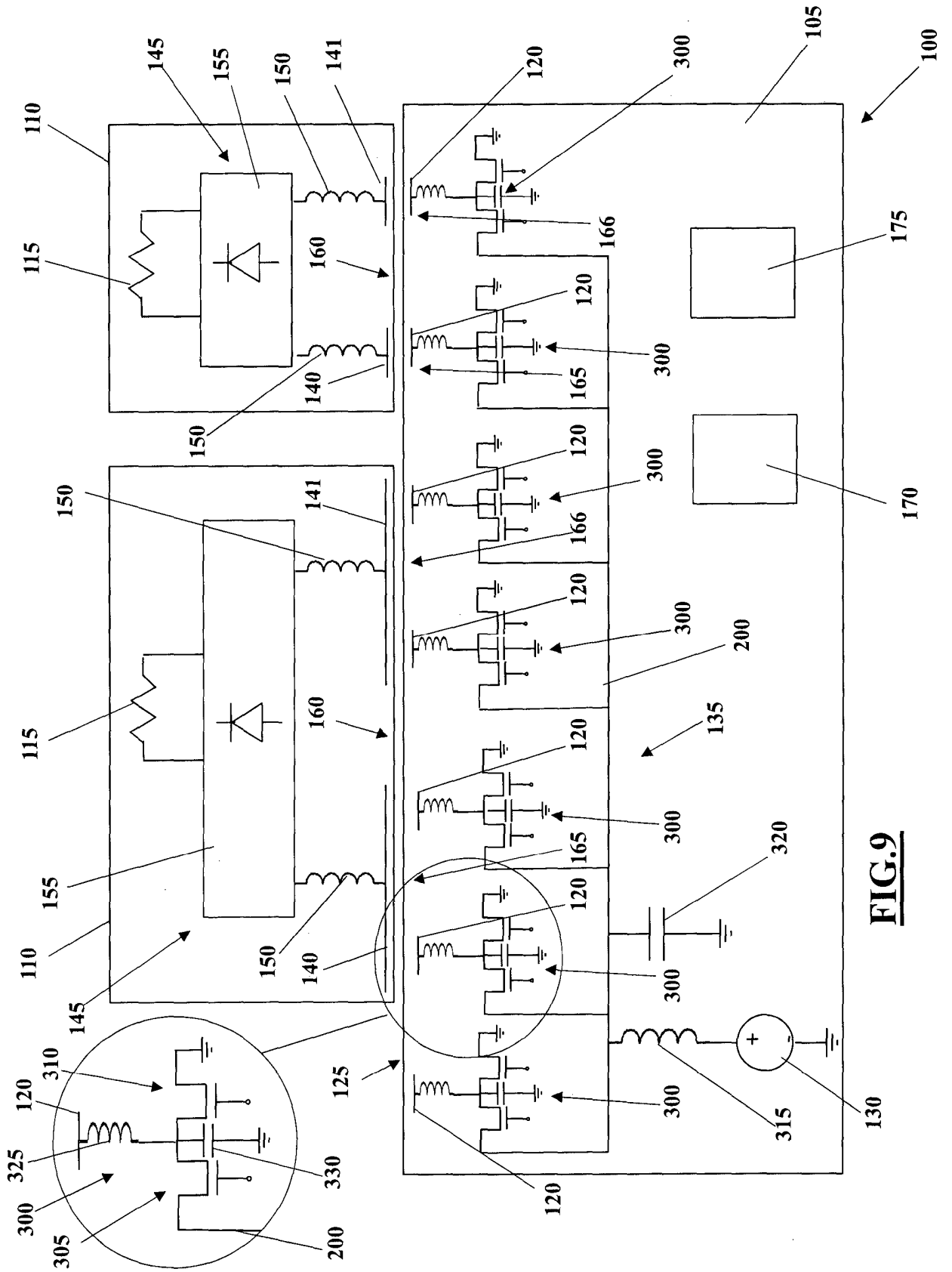


FIG. 9

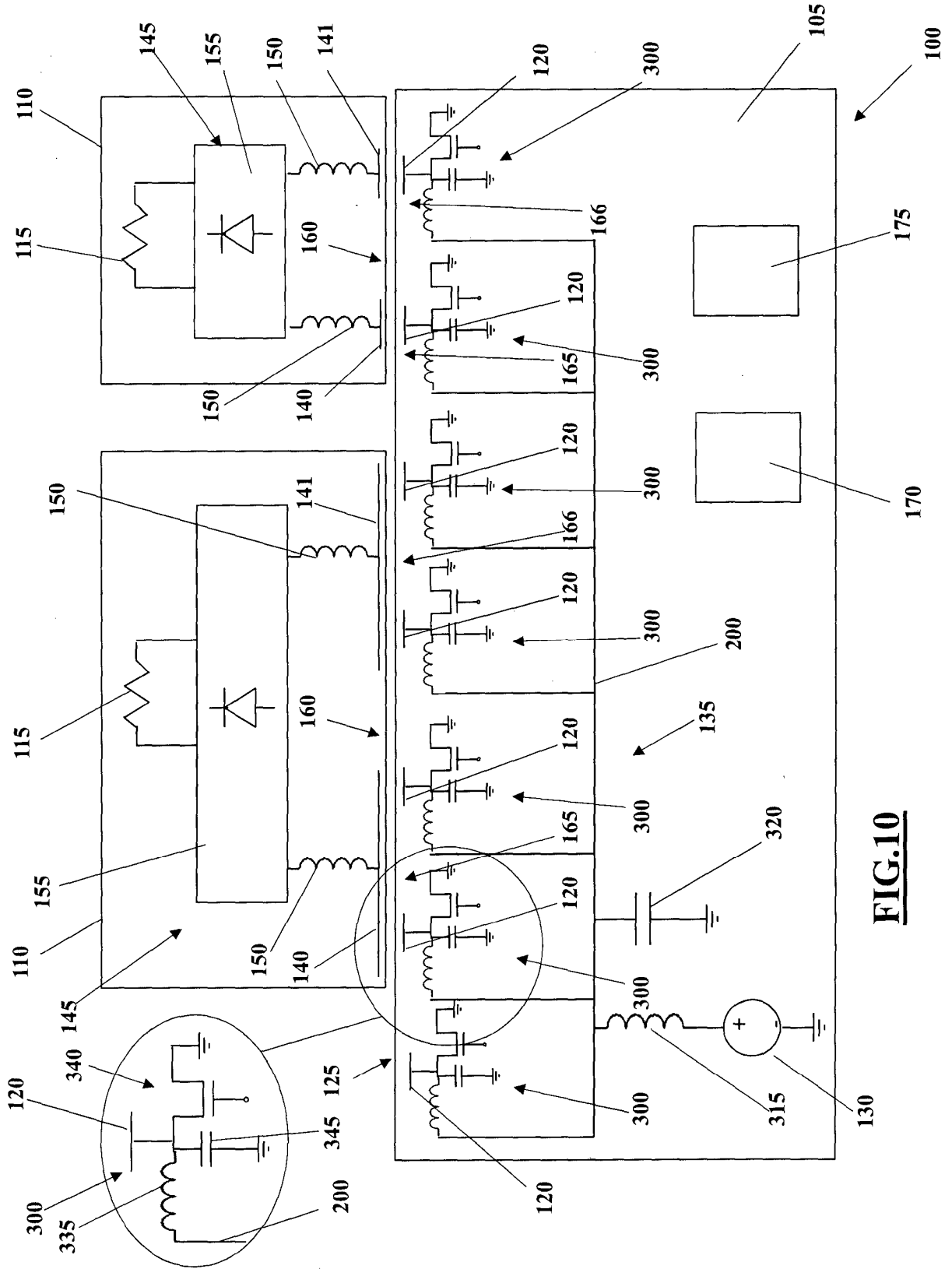


FIG.10

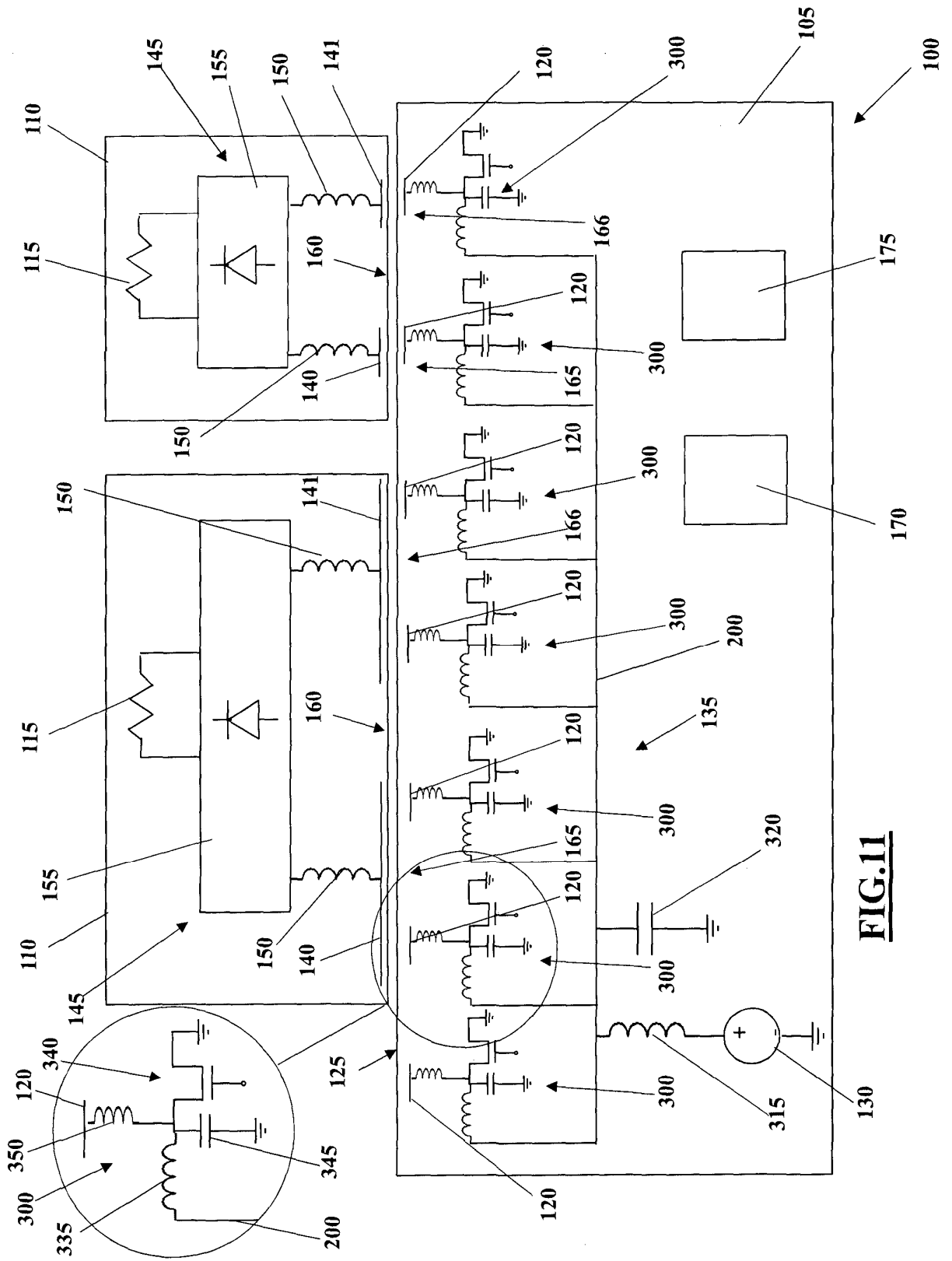


FIG. 11

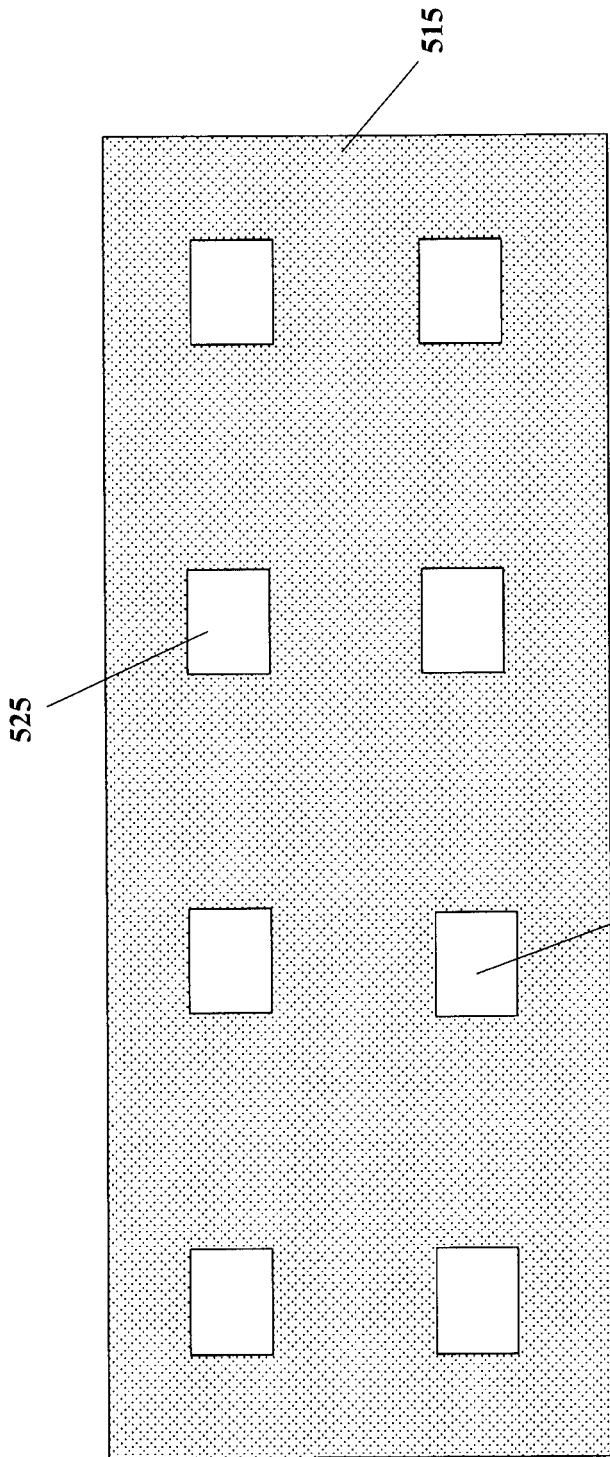


FIG. 12

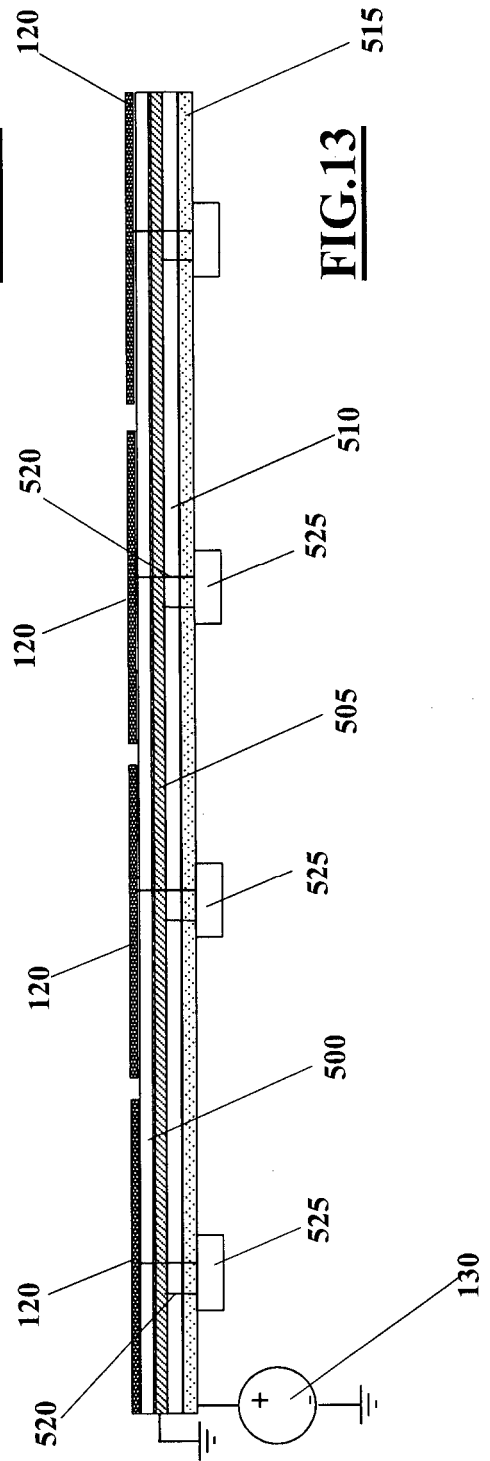


FIG. 13