

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 835**

51 Int. Cl.:

H01F 27/38 (2006.01)

H01F 30/06 (2006.01)

H02M 3/335 (2006.01)

H01F 38/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.09.2012 PCT/EP2012/067422**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.03.2013 WO13037696**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.09.2012 E 12753751 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.02.2019 EP 2756508**

54 Título: **Un componente magnético integrado**

30 Prioridad:

13.09.2011 EP 11181106
13.09.2011 US 201161534202 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.06.2019

73 Titular/es:

DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET (100.0%)
Anker Engelundsvej 1 Bygning 101A, 2. sal
2800 Kgs. Lyngby, DK

72 Inventor/es:

OUYANG, ZIWEI;
ANDERSEN, MICHAEL A. E. y
ZHANG, ZHE

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 715 835 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 componente magnético integrado

5 La presente invención se refiere a un componente magnético integrado que comprende un núcleo magnéticamente permeable que comprende un miembro de base que se extiende en un plano horizontal y patas primera, segunda, tercera y cuarta que sobresalen de manera sustancialmente perpendicular desde el miembro de base. Unos devanados de inducción de salida primero, segundo, tercero y cuarto están enrollados alrededor de las patas primera, segunda, tercera y cuarta, respectivamente. Un primer conductor de entrada del componente magnético integrado tiene un primer eje de devanado y se extiende entre las patas primera, segunda, tercera y cuarta para inducir un primer flujo magnético a través de una primera trayectoria de flujo del núcleo magnéticamente permeable. Un segundo conductor de entrada del componente magnético integrado tiene un segundo eje de bobina que se extiende sustancialmente perpendicular al primer eje de bobina para inducir un segundo flujo magnético a través de una segunda trayectoria de flujo del núcleo magnéticamente permeable que se extiende de manera sustancialmente ortogonal a la primera trayectoria de flujo. Otro aspecto de la invención se refiere a un convertidor de potencia aislado, de múltiples entradas, que comprende el componente magnético integrado.

15 Antecedentes de la invención

Con el fin de combinar la energía generada desde dos o más fuentes de voltaje o de energía de entrada para obtener un voltaje de salida de CC, en los últimos años se han propuesto diferentes topologías de circuito de convertidores de potencia de múltiples entradas [1-4]. Las fuentes de voltaje o de energía de entrada pueden comprender, por ejemplo, fuentes de energía limpia, tales como paneles solares, aerogeneradores, celdas de combustible y líneas eléctricas de CA comerciales.

20 Una limitación común de algunos convertidores de potencia de múltiples entradas conocidos es que solo se permite que una fuente de alimentación de entrada transfiera potencia o energía a la salida en cada momento para prevenir efectos de acoplamiento de potencia. Recientemente, con el fin de superar esta limitación, se ha propuesto usar transformadores de devanados de múltiples entradas basados en la tecnología de aditividad de flujo con control PWM de desplazamiento de fase. Aunque esta tecnología puede transferir energía desde dos o múltiples fuentes de voltaje de entrada diferentes a la salida de CC y su carga asociada de manera individual o simultánea [5], se requieren diodos de bloqueo inverso en los controladores de entrada del convertidor de potencia de múltiples entradas. Los diodos de bloqueo inverso son necesarios para prevenir un flujo de potencia inverso desde una de las fuentes de voltaje de entrada a otra fuente de voltaje de entrada a través del lado primario acoplado del transformador y a través de los diodos del cuerpo de los interruptores semiconductores de los controladores de entrada.

25 Sin estos diodos de bloqueo inverso, las diferentes fuentes de entrada acopladas al convertidor de potencia de múltiples entradas no pueden suministrar energía a la carga simultáneamente. Algunos enfoques de la técnica anterior para superar los problemas asociados con el acoplamiento entre los devanados de entrada del transformador han dependido de una trayectoria de baja reluctancia compartida o han utilizado mecanismos de cancelación de flujo para desacoplar los devanados de entrada de un transformador [6]. Además, puede imponerse un mayor estrés de corriente en los MOSFETs del lado bajo del controlador de entrada debido a un voltaje regulado de los devanados de inducción de entrada acoplados mutuamente, lo que causa una mayor pérdida de potencia.

30 Por consiguiente, sería ventajoso proporcionar un componente magnético integrado con conductores de entrada no acoplados para su uso en convertidores de potencia de múltiples entradas y otras aplicaciones para permitir que múltiples fuentes de alimentación de entrada sean operadas de manera independiente sin comprometer ninguna función del convertidor de potencia o sin que se requiera añadir un control o circuitería de protección complejos a los controladores de entrada.

Sumario de la invención

Un primer aspecto de la invención se refiere a un componente magnético integrado que comprende:

45 - un núcleo magnéticamente permeable que comprende un miembro de base y un miembro superior, en el que el miembro de base se extiende en un primer plano o plano horizontal y comprende patas primera, segunda, tercera y cuarta que sobresalen de manera sustancialmente perpendicular desde el miembro de base. El miembro superior está fijado a los extremos opuestos de las patas primera, segunda, tercera y cuarta con relación al miembro de base. El componente magnético integrado comprende además devanados de inducción de salida primero, segundo, tercero y cuarto enrollados alrededor de las patas primera, segunda, tercera y cuarta, respectivamente. El componente magnético integrado comprende también un primer conductor de entrada que se extiende entre las patas primera, segunda, tercera y cuarta a lo largo de un primer eje de conductor, en el que dicho primer conductor de entrada está configurado para inducir un primer campo magnético ortogonalmente al primer eje de conductor y que se extiende a través de una primera trayectoria de flujo del núcleo magnéticamente permeable. Un segundo conductor de entrada se extiende a lo largo de un segundo

eje de conductor y está dispuesto para inducir un segundo campo magnético ortogonalmente al segundo eje de conductor y se extiende a través de una segunda trayectoria de flujo del núcleo magnéticamente permeable. La segunda trayectoria de flujo se extiende de manera sustancialmente ortogonal a la primera trayectoria de flujo.

5 Por consiguiente, la presente invención se basa en un nuevo concepto de desacoplamiento de trayectorias de flujo magnético que es útil en numerosas aplicaciones, tales como convertidores de potencia de múltiples entradas, por ejemplo, convertidores de potencia elevadores ("boost") y convertidores de potencia reductores ("buck"), etc. El concepto de desacoplamiento de trayectorias de flujo magnético se basa en un desacoplamiento de flujo ortogonal en un espacio bidimensional (2D) o tridimensional (3D) en el que las trayectorias de flujo primera y segunda se extienden de manera sustancialmente ortogonal entre sí en el interior del núcleo magnéticamente permeable compartido. La persona con conocimientos en la materia apreciará que la primera trayectoria de flujo forma un primer bucle magnético cerrado que se extiende desde el primer conductor de entrada a través del miembro de base, las patas primera y segunda, el miembro superior, las patas tercera y cuarta y de nuevo al primer conductor de entrada. De manera similar, la segunda trayectoria de flujo forma un segundo bucle magnético cerrado que se extiende desde el segundo conductor de entrada a través del miembro de base, las patas primera y cuarta, el miembro superior, las patas segunda y tercera y de nuevo al segundo conductor de entrada. De esta manera, un eje del primer bucle magnético cerrado se extiende de manera sustancialmente ortogonal a un eje del segundo bucle magnético cerrado de manera que la segunda trayectoria de flujo se extienda de manera sustancialmente ortogonal a la primera trayectoria de flujo a pesar de que las partes de flujo magnético que se extienden a través de las patas primera, segunda, tercera y cuarta pueden ser paralelas, tal como se explica más detalladamente a continuación con relación a la Fig. 3.

20 En una realización preferida, el núcleo magnéticamente permeable comprende una nueva geometría inusual en la que las patas primera, segunda, tercera y cuarta están dispuestas en un patrón sustancialmente rectangular o cuadrático en el miembro de base con las patas primera, segunda, tercera y cuarta situadas en las esquinas respectivas del miembro de base. En esta realización, los conductores de entrada primero y segundo pueden estar dispuestos en una disposición con forma de cruz con las patas primera, segunda, tercera y cuarta situadas en las áreas respectivas de entre cuatro áreas de cuadrante.

25 La persona con conocimientos en la materia apreciará que un perfil de sección transversal de cada una de las patas primera, segunda, tercera y cuarta puede variar considerablemente dependiendo de una aplicación particular. El perfil de la sección transversal puede ser, por ejemplo, circular, elíptico, rectangular, pentagonal, hexagonal, heptagonal, octogonal, etc. La forma de cada uno de los devanados de inducción de salida primero, segundo, tercero y cuarto puede ser adaptada para adaptarse a cualquiera de estos perfiles de sección transversal de las patas de manera que encajen firmemente alrededor de la pata en cuestión. Además, cada uno de los devanados de inducción de salida primero, segundo, tercero y cuarto puede comprender un único devanado de inducción o una pluralidad de devanados de inducción completos.

30 En una realización, tanto el primer eje de conductor como el segundo eje de bobina se extienden en el plano horizontal o de manera paralela al mismo. En una de dichas realizaciones, los conductores de entrada primero y segundo están dispuestos cerca uno del otro, por ejemplo, uno apoyado en el otro, de manera que los conductores de entrada primero y segundo estén apoyados y se superpongan en una región central del miembro de base.

35 En otras realizaciones, los conductores de entrada primero y segundo están desplazados verticalmente (es decir, desplazados en una dirección paralela a las patas primera, segunda, tercera y cuarta), de manera que el conductor de entrada primero o segundo esté dispuesto apoyado en el miembro de base o sujetado al mismo mientras el otro conductor de entrada está elevado una cierta distancia sobre el miembro de base hacia el miembro superior.

40 Cada uno de los conductores de entrada primero y segundo puede comprender un segmento o pieza de cable eléctricamente conductor, sustancialmente recto. El cable eléctricamente conductor puede comprender un material eléctricamente conductor, tal como un material metálico tal como cobre y/o aluminio. Cada uno de los conductores de entrada primero y segundo puede comprender una tira plana del material eléctricamente conductor. Cada uno de los conductores de entrada primero y segundo comprende preferiblemente una capa de aislamiento eléctrico que cubre completa o parcialmente el conductor. La capa de aislamiento eléctrico puede dejar partes o segmentos extremos del conductor de entrada sin cubrir para formar terminales eléctricos primero y segundo externos para conectar el conductor de entrada a un circuito controlador adecuado. Las tiras planas de material eléctricamente conductor pueden estar dispuestas en contacto con el miembro de base o en contacto con el miembro superior. Si el miembro de base comprende una superficie superior esencialmente plana, las tiras planas de material eléctricamente conductor pueden ser sujetadas a la superficie superior plana del miembro de base. Las tiras planas de material eléctricamente conductor pueden ser formadas como tiras rectas que forman parte de los devanados de inducción respectivos.

45 Los terminales eléctricos primero y segundo del primer conductor de entrada están dispuestos preferiblemente en los extremos opuestos del mismo y el segundo conductor de entrada comprende también preferiblemente terminales eléctricos primero y segundo dispuestos en los extremos opuestos del mismo. De manera ventajosa, los terminales

eléctricos primero y segundo pueden servir como entradas accesibles desde el exterior de los conductores de entrada primero y segundo para establecer una conexión a circuitos controladores eléctricos, tales como un controlador de medio puente o puente completo basado en transistores. El controlador de medio puente o puente completo está o puede ser adaptado para suministrar señales de control PWM o PDM con desplazamiento de fase a los conductores de entrada primero y segundo.

Según una realización ventajosa de la invención, el componente magnético integrado comprende un tercer conductor de entrada que se extiende entre un par diagonal de las patas primera, segunda, tercera y cuarta a lo largo de un eje del tercer conductor para inducir un tercer campo magnético ortogonalmente al eje del tercer conductor. El tercer conductor de entrada está dispuesto para generar el tercer campo magnético a través de una tercera trayectoria de flujo del núcleo magnéticamente permeable que se extiende de manera sustancialmente ortogonal a la primera trayectoria de flujo y de manera sustancialmente ortogonal a la segunda trayectoria de flujo del núcleo magnéticamente permeable. Esta realización de la invención es capaz de soportar un convertidor de potencia de tres entradas capaz de transferir energía desde tres fuentes de voltaje de entrada diferentes al voltaje de salida de CC, de manera individual o simultánea. La característica de que la tercera trayectoria de flujo magnético se extienda de manera sustancialmente ortogonal a las trayectorias de flujo magnético primera y segunda proporciona un desacoplamiento de flujo ortogonal en un espacio tridimensional (3D) en el que las trayectorias de flujo magnético primera, segunda y tercera se extienden de manera sustancialmente ortogonal entre sí en el interior del núcleo magnéticamente permeable.

En una realización, el miembro superior comprende patas quinta, sexta, 7ª y 8ª que se extienden paralelamente al plano horizontal. Esto se consigue preferiblemente colocando una abertura o recorte pasante de dimensiones apropiadas en el miembro superior, dejando 4 vértices que forman las patas respectivas de entre las patas quinta, sexta, 7ª y 8ª. En una de dichas realizaciones, el núcleo magnéticamente permeable comprende una estructura cúbica hueca en la que las patas primera, segunda, tercera, cuarta, quinta, sexta, 7ª y 8ª forman los vértices respectivos de la estructura cúbica hueca. En esta última realización, el miembro de base puede comprender también un recorte o abertura pasante central correspondiente.

En una realización preferida, las patas primera, segunda, tercera y cuarta están dispuestas en posiciones respectivas del miembro de base de manera que se formen pasos o canales primero y segundo que se extienden de manera sustancialmente ortogonal en una superficie del miembro de base. Los conductores de entrada primero y segundo sobresalen a través del primer canal y del segundo canal, respectivamente. Las superficies inferiores de los canales primero y segundo pueden ser esencialmente planas y pueden estar dispuestas en el plano horizontal, de manera que cada uno de los canales o pasos esté rodeado por las patas primera, segunda, tercera y cuarta.

En una realización, el miembro de base puede comprender una primera placa cuadrática o rectangular, esencialmente plana, con las patas primera, segunda, tercera y cuarta dispuestas en las esquinas respectivas del miembro de base. De manera alternativa o adicional, el miembro superior puede comprender una segunda placa rectangular esencialmente plana. Preferiblemente, las placas primera y segunda están dispuestas paralelas entre sí. La base cuadrática o rectangular plana y las placas superiores y las patas primera, segunda, tercera y cuarta están acopladas magnética y mecánicamente entre sí. En una realización en la que tanto el miembro superior como el miembro de base comprenden las placas cuadradas o rectangulares planas, cada una de las patas primera, segunda, tercera y cuarta puede ser montada enrasada con los bordes respectivos de las placas rectangulares o cuadráticas. Esta última realización puede proporcionar una forma cúbica regular del núcleo magnéticamente permeable.

En otras realizaciones, el miembro de base puede tener la forma de una estructura plana circular, elíptica, pentagonal, hexagonal, heptagonal, octogonal, etc. en la que las patas primera, segunda, tercera y cuarta están dispuestas en los bordes circunferenciales respectivos de la estructura.

Según todavía otra realización preferida, el primer conductor de entrada forma parte de un primer devanado de inducción de entrada enrollado alrededor de un primer par de patas adyacentes de entre las patas primera, segunda, tercera y cuarta; y

- el segundo conductor de entrada forma parte de un segundo devanado de inducción de entrada enrollado alrededor de un segundo par de patas adyacentes de entre las patas primera, segunda, tercera y cuarta.

Preferiblemente, cada uno de los devanados de inducción primero y segundo se extiende exclusivamente por encima del miembro de base o por encima del miembro superior en el plano horizontal o en paralelo al mismo. En esta realización, cada uno de los devanados de inducción primero y segundo posee una geometría o disposición plegada horizontalmente que rodea el primer par de patas adyacentes o que rodea el segundo par de patas adyacentes, tal como se ha indicado anteriormente. En esta realización, los devanados de inducción primero y segundo de entrada poseen una geometría o disposición plegada horizontalmente. Una ventaja significativa de esta realización es que los devanados conductores primero y segundo de entrada pueden ser integrados fácilmente con los tipos estándar de placas de circuito impreso (PCB, Printed Circuit Board) rígidas o flexibles. Otros componentes del convertidor de potencia pueden ser integrados en

la PCB junto con los devanados de inducción, de manera que se hace posible una modularización efectiva del convertidor de potencia.

5 Los devanados de inducción primero y segundo de entrada pueden comprender uno o varios devanados de inducción completos. La elección del número exacto de devanados de inducción en cada uno de los devanados de inducción primero y segundo depende de una diversidad de consideraciones de diseño del componente magnético integrado en
 10 cuestión y del convertidor de potencia asociado. Típicamente, los devanados de inducción dependerán de factores tales como la arquitectura de doble entrada o triple entrada del convertidor de potencia, la relación de transformación primario a secundario y del factor de incremento o de reducción deseado del convertidor de potencia, etc. Además, los parámetros de diseño del convertidor de potencia, tales como la modulación de la señal de accionamiento o la frecuencia de conmutación, los niveles de voltaje de entrada y de salida, el nivel de potencia de salida y la eficiencia energética, etc., son también características relevantes típicas para determinar el número de devanados de cada uno de los devanados de inducción primero y segundo.

15 Sin embargo, en una serie de realizaciones útiles, cada uno de los devanados de inducción primero y segundo de entrada comprende entre 2 y 50 devanados completos individuales y cada uno de los devanados de inducción primero, segundo, tercero y cuarto de salida comprende entre 2 y 50 devanados individuales.

20 En otra realización, cada uno de los conductores de entrada primero y segundo puede formar parte de los devanados de inducción de entrada con forma de U respectivos. El devanado de inducción con forma de U es una estructura plegada verticalmente que comprende patas de devanado o de enrollamiento primera y segunda alineadas de manera sustancialmente paralela y vertical. La primera pata de devanado se extiende entre las patas primera, segunda, tercera y cuarta, y preferiblemente en contacto con la superficie superior del miembro de base, de manera similar a la disposición de la primera pata de la geometría de devanado de inducción de entrada plegada horizontalmente descrita anteriormente. Sin embargo, en la presente realización, la segunda pata de devanado está dispuesta debajo de, y preferiblemente en
 25 contacto con, la superficie inferior del miembro de base. Por lo tanto, la longitud de una parte de puente que acopla entre sí las patas de devanado primera y segunda puede corresponder aproximadamente a un grosor del miembro de base. Las patas primera y segunda del segundo devanado de inducción de entrada con forma de U están dispuestas ortogonalmente a las patas primera y segunda, respectivamente, del segundo devanado de inducción de entrada con forma de U.

30 Cada uno de los devanados de inducción primero y segundo con forma de U puede comprender una cinta o una tira plana de material eléctricamente conductor que puede ser fijada al miembro de base mediante pegado o procedimientos similares.

35 Según una realización preferida de la invención, el primer conductor de entrada está configurado para generar un flujo magnético en una primera dirección a través de un primer par de patas adyacentes dispuestas en un primer lado del primer conductor de entrada y un flujo magnético dirigido de manera opuesta a través de un segundo par de patas adyacentes dispuestas en un segundo lado opuesto del primer conductor de entrada. Además, el segundo conductor de entrada está configurado para generar un flujo magnético en una segunda dirección a través de un primer par de patas adyacentes dispuestas en un primer lado del segundo conductor de entrada y un flujo magnético dirigido en dirección opuesta a través de un segundo par de patas adyacentes dispuestas en un segundo lado opuesto del segundo conductor de entrada. Los flujos magnéticos son inducidos por flujos de corrientes de entrada respectivos a través de los conductores de entrada primero y segundo y, debido a que la corriente en cada conductor de entrada puede fluir en dos
 40 direcciones diferentes, se crean cuatro estados de corriente de entrada diferentes. En cada estado de corriente, un flujo magnético resultante a través de cada una de las patas primera, segunda, tercera y cuarta está determinado por las contribuciones tanto del primer flujo magnético como del segundo flujo magnético. Esto implica que el voltaje de salida inducido en cada uno de los devanados de inducción de salida primero, segundo, tercero y cuarto está determinado también por las contribuciones desde ambas corrientes de entrada primera y segunda. Esta propiedad conduce a una manera nueva y altamente flexible de usar el control de fase entre las señales de accionamiento primera y segunda, moduladas en anchura de impulso, aplicadas a los conductores de entrada primero y segundo, respectivamente, para controlar un voltaje de salida de CC de un convertidor de potencia de múltiples entradas que emplea el presente el componente magnético integrado tal como se describe más detalladamente a continuación.

45 Por lo tanto, un segundo aspecto de la presente invención se refiere a un convertidor de potencia de múltiples entradas, aislado, que comprende un componente magnético integrado según cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente del mismo. El convertidor de potencia de múltiples entradas, aislado, comprende además un primer controlador de entrada acoplado eléctricamente al primer conductor de entrada para suministrar una primera señal de accionamiento al mismo y un segundo controlador de entrada acoplado eléctricamente al segundo conductor de entrada para suministrar una segunda señal de accionamiento al mismo. Los devanados de inducción de salida de un primer par de patas diagonales se acoplan eléctricamente a un primer circuito de rectificación de salida y los devanados de inducción de salida de un segundo par de patas diagonales se acoplan eléctricamente a un segundo circuito de rectificación de salida. Preferiblemente, los circuitos de rectificación de salida primero y segundo están acoplados en paralelo a un nodo o
 55

terminal de voltaje de salida de CC, de manera que la potencia de entrada suministrada tanto a través del primer controlador de entrada como del segundo controlador de entrada es transferida a un voltaje de salida de CC común.

5 En una realización del convertidor de potencia de múltiples entradas, aislado, los devanados de inducción de salida del primer par de patas diagonales están conectados en serie y los devanados de inducción de salida del segundo par de patas diagonales están conectados en serie. El desacoplamiento de flujo ortogonal 2D o 3D descrito anteriormente de los conductores de entrada primero y segundo (y, posiblemente, del tercer conductor de entrada) permite que estos sean operados de manera independiente, de manera que los controladores de entrada primero y segundo puedan ser acoplados a un potencial eléctrico común como tierra. La persona con conocimientos en la materia entenderá que el presente convertidor de potencia de múltiples entradas, aislado, puede tener una diversidad de topologías diferentes, tales como una topología o configuración elevadora ("boost") o reductora ("buck").

10 Un tercer aspecto de la presente invención se refiere a un procedimiento de control de un voltaje de salida de CC del convertidor de potencia de múltiples entradas, aislado, descrito anteriormente, en el que el procedimiento comprende las etapas de:

15 -generar una primera señal de accionamiento modulada en anchura de impulso que tenga un primer ángulo de fase en el primer conductor de entrada,

-generar una segunda señal de accionamiento modulada en anchura de impulso que tiene un segundo ángulo de fase en el segundo conductor de entrada,

-ajustar una diferencia de ángulo de fase entre los ángulos de fase primero y segundo para controlar el voltaje de salida de CC. El procedimiento puede comprender una etapa adicional de:

20 -ajustar un ciclo de trabajo de la primera señal de accionamiento modulada en anchura de impulso y/o un ciclo de trabajo de la segunda señal de accionamiento modulada en anchura de impulso para ajustar el voltaje de salida de CC. La capacidad de control del voltaje de salida de CC, bien ajustando el ciclo de trabajo, bien ajustando la diferencia de ángulos de fase o bien ajustando ambos, conduce a una manera extremadamente flexible de control del voltaje de salida de CC con numerosos beneficios, tales como la provisión de intervalos de voltaje de entrada y/o de salida más amplios del convertidor de potencia de múltiples entradas, aislado. Por consiguiente, el mismo convertidor de potencia aislado puede ser adaptado fácilmente a una amplia diversidad de aplicaciones y, por lo tanto, reduce el número requerido de variantes de una topología de convertidor de potencia determinada, reduciendo los costes de montaje, los costes de componentes, los costes de inventario, etc. La adaptación flexible ofrecida por el presente convertidor de potencia de múltiples entradas, aislado, es particularmente adecuada para la conversión de potencia en conexión con fuentes de energía limpia, tales como células fotovoltaicas que, frecuentemente, emiten un amplio intervalo de voltajes diferentes.

Breve descripción de los dibujos

Las realizaciones preferidas de la invención se describirán más detalladamente en conexión con los dibujos adjuntos, en los que:

35 La Fig. 1 muestra una vista ensamblada de un componente magnético integrado según una primera realización de la invención,

La Fig. 2 muestra una vista en perspectiva en despiece ordenado del componente magnético integrado según la primera realización de la invención,

40 La Fig. 3 ilustra esquemáticamente trayectorias de flujo magnético primera y segunda que se extienden ortogonalmente en un núcleo magnéticamente permeable del componente magnético integrado según la primera realización de la invención,

La Fig. 4 muestra una vista en perspectiva en despiece ordenado de un componente magnético integrado según una segunda realización de la invención,

La Fig. 5 muestra una vista ensamblada del componente magnético integrado según una tercera realización de la invención,

45 La Fig. 6 muestra una vista en perspectiva en despiece ordenado del componente magnético integrado según la tercera realización de la invención,

Las Figs. 7a), b), c) y d) ilustran las direcciones de flujo magnético respectivas a través de las cuatro patas del componente magnético integrado según la primera realización de la invención para cuatro estados de corriente de entrada diferentes,

La Fig. 8 muestra una vista en perspectiva ensamblada de un componente magnético integrado que comprende tres conductores de entrada según una cuarta realización de la invención,

La Fig. 9 ilustra esquemáticamente trayectorias de flujo magnético primera, segunda y tercera dispuestas ortogonalmente en el núcleo del componente magnético integrado según la cuarta realización de la invención,

5 La Fig. 10 muestra una vista en perspectiva ensamblada de un componente magnético integrado que comprende tres conductores de entrada según una quinta realización de la invención,

La Fig. 11 es un dibujo esquemático de un convertidor CC-CC elevador aislado, de doble entrada, que comprende un componente magnético integrado según la primera realización de la invención,

10 La Fig. 12 muestra dos gráficos que representan conjuntos respectivos de formas de onda de voltaje de entrada y de salida simuladas de un prototipo de convertidor CC-CC elevador, de doble entrada, aislado, para desplazamientos de ángulo de fase de 90 grados y 0 grados entre las formas de onda de voltaje de entrada primera y segunda; y

La Fig. 13 muestra dos gráficos que representan conjuntos respectivos de formas de onda de voltaje de entrada y salida simuladas de un prototipo de convertidor CC-CC elevador, de doble entrada, aislado, para desplazamientos de ángulo de fase de 180 grados y 45 grados entre las formas de onda de voltaje de entrada primera y segunda.

15 **Descripción detallada de realizaciones preferidas**

Las realizaciones descritas detalladamente a continuación son particularmente adecuadas para su aplicación en convertidores de potencia elevadores aislados que proporcionan amplificación o aumento de voltaje de CC. Sin embargo, la persona con conocimientos en la materia entenderá que las realizaciones de componente magnético integrado que se describen a continuación son muy útiles para otros tipos de aplicaciones, tales como convertidores de potencia de tipo reductor e inductores de acoplamiento múltiple con coeficientes de acoplamiento variables.

20 La Fig. 1 muestra una vista en perspectiva ensamblada de un componente 100 magnético integrado según una primera realización de la invención. El componente 100 magnético integrado comprende un núcleo 101 magnéticamente permeable que comprende un miembro 102 de base y un miembro 104 superior. El miembro 102 de base comprende una primera pata 110, una segunda pata 112, una tercera pata 114 y una cuarta pata 116 que sobresalen de manera sustancialmente perpendicular desde el miembro 102 de base a una superficie inferior del miembro superior, de manera que el miembro superior esté fijado a los extremos opuestos de las patas 110, 112, 114 y 116 primera, segunda, tercera y cuarta, respectivamente, con relación al miembro 102 de base. La fijación entre los extremos opuestos de las patas 110, 112, 114 y 116 primera, segunda, tercera y cuarta, respectivamente, y el miembro superior puede ser proporcionada de numerosas maneras, tales como mediante soldadura, pegado, soldadura, ajuste a presión y el mecanismo de fijación garantiza preferiblemente un buen acoplamiento magnético entre el miembro 104 superior y cada una de las patas 110, 112, 114 y 116. El componente 100 magnético integrado comprende además un primer devanado 120 de inducción, un segundo devanado 122 de inducción de salida, un tercer devanado 124 de inducción de salida y un cuarto devanado 126 de inducción de salida enrollados alrededor de las patas primera, segunda, tercera y cuarta, respectivamente. El cuarto devanado 126 de inducción de salida comprende un par de terminales 130, 132 eléctricos en cada extremo del devanado 126 de salida y cada uno de los devanados 120, 122 y 124 de inducción de salida, primero, segundo y tercero, respectivamente, comprende un par similar de terminales eléctricos (no mostrado). Cada uno de los devanados de inducción primero, segundo, tercero y cuarto está formado como un único devanado completo en la presente realización de la invención, pero la persona con conocimientos en la materia entenderá que cada uno de los devanados 120, 122, 124 y 126 de inducción de salida, respectivamente, puede comprender una pluralidad de devanados completos. El componente 100 magnético integrado comprende además un primer conductor de entrada o conductor 106 del lado primario que es un cable eléctrico recto formado como una cinta o una tira plana de material conductor eléctrico que se extiende entre las patas 110, 112, 114 y 116 primera, segunda, tercera y cuarta, respectivamente. El primer conductor 106 de entrada está adaptado para inducir un primer campo magnético ortogonalmente al primer eje 142 de conductor cuando la corriente de entrada fluye a través del primer conductor 106 de entrada según la conocida regla de la mano derecha. El primer campo magnético induce un flujo magnético que pasa a través de una primera trayectoria de flujo magnético o una trayectoria de flujo del núcleo 101 magnéticamente permeable. La generación y la disposición de la primera trayectoria de flujo se describen más detalladamente a continuación en conexión con la Fig. 3 y las Figs. 7a) -d). Cada extremo del primer conductor 106 de entrada comprende una terminación eléctrica o terminal (no mostrado) que permite que los circuitos controladores eléctricos, tales como un controlador de medio puente o puente completo basado en transistores, establezcan una conexión eléctrica al conductor 106 y suministren una señal de control al mismo. Un segundo conductor de entrada recto o conductor 108 del lado primario se extiende sustancialmente perpendicular al primer conductor 106 de entrada. Al igual que el primer conductor 106 de entrada, el segundo conductor 108 de entrada está formado también como una cinta plana, recta, de material conductor eléctrico que se extiende entre las patas 110, 112, 114 y 116 primera, segunda, tercera y cuarta, respectivamente, aunque en una dirección ortogonal del miembro 102 de base. Por consiguiente, el primer conductor 106 de entrada y el segundo conductor 108 de entrada están dispuestos para formar

una geometría de conductor con forma de cruz dispuesta en contacto con, o cerca, a una superficie 103 superior sustancialmente plana del miembro de base. La persona con conocimientos en la materia apreciará que cada uno de los conductores 106, 108 de entrada primero y segundo puede poseer formas alternativas en otras realizaciones de la invención, tales como un perfil de sección transversal redondo, cuadrático o cilíndrico en lugar de un perfil rectangular de la cinta plana representada. El primer conductor 106 de entrada y el segundo conductor 108 de entrada tienen una región de solapamiento situada sustancialmente en una región central de la superficie 103 superior del miembro de base. Los conductores 106, 108 de entrada primero y segundo, respectivamente, pueden comprender material con alta conductividad eléctrica, tal como cobre, aluminio o diversas aleaciones, etc. Los conductores de entrada primero y segundo pueden comprender diseños de cable tal como cable "litz" u otras disposiciones de devanado especiales destinadas a reducir los efectos de corrientes de Foucault a altas frecuencias operativas de las señales de accionamiento de entrada aplicadas a los conductores de entrada primero y segundo. Por consiguiente, dichas disposiciones de devanado especiales pueden reducir la pérdida de potencia en los devanados de inducción de entrada y/o de salida del componente magnético integrado y pueden mejorar la eficiencia de conversión de potencia global del convertidor de potencia de una manera beneficiosa.

Cada uno de los conductores 106, 108 de inducción primero y segundo, respectivamente, está revestido preferiblemente con una capa eléctricamente aislante para prevenir cortocircuitos entre los conductores primero y segundo o entre cada uno de estos y el miembro 102 de base. El segundo conductor 108 de entrada está adaptado para inducir un segundo campo magnético ortogonalmente al segundo eje 140 de conductor cuando la corriente de entrada fluye a través del segundo conductor 108 de entrada según la regla bien conocida de la mano derecha. El segundo campo magnético induce un flujo magnético a través de una segunda trayectoria de flujo del núcleo magnéticamente permeable que se extiende de manera sustancialmente ortogonal a la primera trayectoria de flujo.

El miembro 102 de base se extiende en un plano horizontal en la geometría de la Fig. 1 y el primer eje 142 de conductor y el segundo eje 140 de bobina se extienden ambos en el plano horizontal. La persona con conocimientos en la materia apreciará que la designación elegida del miembro superior y del miembro inferior es arbitraria, ya que una rotación de 180 grados alrededor del plano horizontal del componente 100 magnético integrado revertiría la orientación de los miembros superior e inferior sin afectar en absoluto a la funcionalidad del componente. En la primera realización representada de la invención, cada uno de los miembros superior e inferior comprende una estructura de placa plana sustancialmente cuadrática con las patas primera, segunda, tercera y cuarta dispuestas en un patrón sustancialmente cuadrático en las esquinas respectivas de la placa plana cuadrática. La estructura de placa plana del miembro 104 superior está dispuesta sustancialmente paralela a la estructura de placa plana del miembro 102 de base. La persona con conocimientos en la materia apreciará que el miembro de base y/o el miembro superior pueden tener numerosas formas diferentes, tales como una forma rectangular, cuadrada, circular, elíptica, octogonal, etc.

El miembro 102 de base, incluyendo las patas 110, 112, 114 y 116 primera, segunda, tercera y cuarta, respectivamente, comprende preferiblemente un material que posee una alta permeabilidad magnética, tal como un material magnético blando, tal como ferrita o una aleación ferromagnética, tal como chapa de acero, acero al silicio, acero fundido, acero magnético al tungsteno, hierro fundido, níquel, etc. El mismo tipo de materiales es adecuado para el miembro 104 superior, de manera que cada una de las trayectorias de flujo magnético primera y segunda exhiba baja reluctancia magnética y, preferiblemente, tiene también puntos de saturación magnética alta. La persona con conocimientos en la materia apreciará también que cada una de las patas 110, 112, 114 y 116 primera, segunda, tercera y cuarta, respectivamente, puede tener otros perfiles o formas de sección transversal distintos a la forma circular representada, tal como triangular, cuadrático, rectangular, elíptico, pentagonal, hexagonal, heptagonal, octogonal, etc. La forma de cada uno de los devanados de inducción de salida puede ser adaptada para adaptarse a estos perfiles de sección transversal alternativos de las patas para que se ajusten firmemente alrededor de una circunferencia de la pata en cuestión.

Los presentes inventores construyeron un prototipo experimental del componente 100 magnético integrado según la presente realización, con las siguientes dimensiones:

- Espesor, anchura y profundidad de la placa base: 7 mm, 44 mm, 44 mm, respectivamente.
- Longitud de cada una de las patas primera, segunda, tercera y cuarta = 8 mm.
- Diámetro de cada una de las patas primera, segunda, tercera y cuarta = 14 mm.
- Material de la placa base y material del miembro superior: Mn-Zn ferrita MN80C.
- Capacidad de conversión de potencia máxima entre 1 kW y 2 kW dependiendo las características específicas de la aplicación en cuestión, tal como el voltaje de entrada, el voltaje de salida, la frecuencia de conmutación, etc. de un convertidor de potencia.

La Fig. 2 muestra una vista en perspectiva en despiece ordenado del componente 100 magnético integrado según la primera realización de la invención descrita anteriormente. El miembro 102 de base cuadrático se forma como una

estructura unitaria individual que comprende una estructura de placa plana sustancialmente cuadrática con cada una de las patas 110, 112, 114 y 116 primera, segunda, tercera y cuarta, respectivamente, que sobresalen de manera sustancialmente perpendicular desde la superficie 103 de la placa plana. Las patas primera, segunda, tercera y cuarta están situadas en las esquinas respectivas del miembro 102 de base cuadrática. El miembro 104 superior tiene una forma de acoplamiento complementario con el miembro de base y está formado además como una estructura separada que se fija a los extremos respectivos de las patas 110, 112, 114 y 116 primera, segunda, tercera y cuarta, respectivamente, mediante pegado/soldadura o usando cinta adhesiva o rebajes de sujeción.

La Fig. 3 ilustra esquemáticamente las trayectorias $\Phi 1$ y $\Phi 2$ de flujo magnético primera y segunda que se extienden ortogonalmente, respectivamente, asociadas con los conductores 106, 108 de entrada primero y segundo, respectivamente. Las trayectorias de flujo magnético primera y segunda que se extienden ortogonalmente se indican esquemáticamente mediante círculos en líneas sólidas y líneas discontinuas, respectivamente, que pasan a través del núcleo magnéticamente permeable del componente 100 magnético integrado diseñado según la primera realización de la invención. El flujo magnético que pasa a través de la primera trayectoria $\Phi 1$ de flujo magnético es generado por la corriente de entrada que fluye a través del primer conductor 106 de entrada. La primera trayectoria $\Phi 1$ de flujo magnético forma un primer bucle o trayectoria magnética cerrada que se extiende desde la parte del miembro de base debajo del primer conductor 106 de entrada y a continuación verticalmente hacia arriba a través de la primera pata 110 y a través de la segunda pata 112, horizontalmente a través de la placa 104 superior plana hacia las patas 114, 116 tercera y cuarta y verticalmente hacia abajo a través de las patas 114, 116 tercera y cuarta y horizontalmente a través de la estructura de placa plana del miembro de base que vuelve a la parte del miembro de base situada debajo del primer conductor 106 de entrada.

El flujo magnético que pasa a través de la segunda trayectoria $\Phi 2$ de flujo magnético es generado por la corriente de entrada que fluye a través del segundo conductor 108 de entrada. La segunda trayectoria $\Phi 2$ de flujo magnético forma un segundo bucle o trayectoria magnética cerrada que se extiende desde la parte del miembro de base debajo del segundo conductor 108 de entrada y a continuación verticalmente hacia arriba a través de la segunda pata 112 y a través de la tercera pata 114, horizontalmente a través de la placa 104 superior plana hacia las patas 110, 116 primera y cuarta y verticalmente hacia abajo a través de estas patas 114, 116 y horizontalmente a través de la estructura de placa plana del miembro 102 de base volviendo a la parte de miembro de base situada debajo del segundo conductor 108 de entrada. La persona con conocimientos en la materia observará que un eje de la primera trayectoria $\Phi 1$ de flujo magnético se extiende de manera sustancialmente ortogonal a un eje de la segunda trayectoria $\Phi 2$ de flujo magnético.

Por consiguiente, siguiendo el análisis anterior de las orientaciones de las trayectorias de flujo magnético primera y segunda, la corriente de entrada que fluye a través del primer conductor 106 de entrada genera un flujo magnético a través de cada una de las patas 110, 112, 114 y 116 primera, segunda, tercera y cuarta, respectivamente, y la corriente de entrada que fluye a través del segundo conductor 108 de entrada, dispuesta de manera ortogonal al primer conductor de entrada, genera un flujo magnético en cada una de las patas 110, 112, 114 y 116 primera, segunda, tercera y cuarta respectivamente. Un flujo magnético resultante en cada una de estas patas depende de la magnitud y de la dirección/fase de ambas de estas corrientes de entrada, tal como se explica más detalladamente más adelante en conexión con las Figs. 7a) -d).

La Fig. 4 muestra una vista en perspectiva en despiece ordenado de un componente 400 magnético integrado según una segunda realización de la invención. Los números de referencia están numerados de manera que las características correspondientes de la primera realización (Fig. 1) y de la presente realización 400 tenga designaciones correspondientes. En el componente 400 magnético integrado, el primer conductor de entrada que se extiende entre las patas 410, 412, 414 y 416 primera, segunda, tercera y cuarta, respectivamente, forma parte de un primer devanado 406 de inducción de una sola vuelta. El devanado 406 de inducción de una sola vuelta comprende una cinta o tira plana con forma de U de material eléctricamente conductor. El primer conductor de entrada está formado como una primera pata o brazo apoyado o dispuesto cerca de una superficie 403 superior del miembro 402 de base. Una segunda pata o brazo del primer devanado 406 de inducción de una sola vuelta está dispuesto debajo de la estructura cuadrática plana del miembro 402 de base y de manera paralela con la primera pata. Una parte de puente o de acoplamiento del devanado 406 de inducción de una sola vuelta se extiende alrededor de un borde de la estructura rectangular plana del miembro de base. La segunda pata y la parte de puente o de acoplamiento no proporcionan ninguna contribución notable al flujo magnético generado a través de una primera trayectoria de flujo magnético del núcleo magnéticamente permeable en respuesta a un flujo de corriente de entrada a través del devanado 406 de inducción de una sola vuelta.

Un segundo conductor de entrada se extiende entre las patas 410, 412, 414 y 416 primera, segunda, tercera y cuarta, respectivamente. El segundo conductor de entrada forma parte de un segundo devanado 408 de inducción de una sola vuelta que es idéntico al primer devanado 406 de inducción de una sola vuelta. El segundo devanado 408 de inducción de una sola vuelta comprende una cinta o tira plana con forma de U de material eléctricamente conductor en el que el segundo conductor de entrada forma una primera pata o brazo. La primera pata del segundo devanado 408 de inducción de una sola vuelta está dispuesta ortogonalmente a la primera pata del primer devanado 406 de inducción de una sola vuelta de manera que estas se crucen en contacto en una superficie 403 superior del miembro 402 de base. El segundo

devanado 408 de inducción de una sola vuelta comprende también una segunda pata y una parte de puente que no proporcionan ninguna contribución notable al flujo magnético generado a través de una segunda trayectoria de flujo magnético del núcleo magnéticamente permeable en respuesta a un flujo de corriente de entrada a través del segundo devanado 406 de inducción de una sola vuelta. Por lo tanto, los flujos magnéticos respectivos generados por las corrientes de entrada que fluyen a través de los devanados 406, 408 de inducción primero y segundo de una sola vuelta, respectivamente, son esencialmente similares a los descritos anteriormente en detalle en conexión con la primera realización de la invención. En particular, la primera trayectoria de flujo magnético del núcleo magnéticamente permeable se extiende de manera sustancialmente ortogonal a la segunda trayectoria de flujo magnético debido a la orientación ortogonal de los campos magnéticos primero y segundo que emanan del flujo de las corrientes en los conductores de entrada primero y segundo orientados ortogonalmente. La persona con conocimientos en la materia apreciará que, de manera alternativa, cada uno de los devanados 406, 408 de inducción primero y segundo de una sola vuelta puede comprender una pluralidad de devanados de inducción completos que proporcionan una pluralidad de primeros conductores de entrada paralelos que tienen corrientes de entrada que fluyen en la misma dirección. El papel de la segunda pata y la parte de puente de la tira con forma de U de material eléctricamente conductor es principalmente proporcionar una trayectoria de retorno de corriente para devanados de inducción de múltiples giros. Una ventaja de la presente realización de los conductores de entrada primero y segundo en comparación con los conductores de entrada utilizados en la realización anterior es que las múltiples vueltas proporcionan una mayor relación de transformación del transformador y una menor pérdida en el núcleo magnético.

La Fig. 5 es una vista en perspectiva ensamblada de un componente 500 magnético integrado según una tercera realización de la invención. Los números de referencia se designan de manera que las características correspondientes de la primera realización (Fig. 1) y de la presente realización tengan números correspondientes. El componente 500 magnético integrado comprende un miembro 502 de base con una estructura de placa cuadrática plana y un miembro 504 superior que tiene también una estructura similar a una placa sustancialmente plana y cuadrática que se adapta al contorno exterior del miembro 502 de base. El miembro 504 superior está fijado firmemente y acoplado magnéticamente a los extremos opuestos de las patas 510, 512, 514 y 516 primera, segunda, tercera y cuarta, respectivamente, con relación al miembro 502 de base para formar un núcleo coherente magnéticamente permeable del componente 500 magnético integrado.

En el componente 500 magnético integrado, un primer conductor de entrada forma parte de un primer devanado 506 de inducción que está formado como un único devanado de vuelta completa. El primer devanado 506 de inducción comprende una cinta o tira plana de material conductor. Sin embargo, en lugar de la forma con forma de U usada para el primer devanado 506 de inducción en la segunda realización de la invención, el presente primer devanado 506 de inducción está plegado en un plano horizontal que se extiende a lo largo de la superficie 503 superior de la estructura cuadrática plana de un miembro 502 de base. De esta manera, el primer devanado 506 de inducción se extiende exclusivamente sobre el miembro 502 de base en el plano horizontal. Sin embargo, el primer conductor de entrada es una tira recta plana de material conductor que forma una primera pata o segmento del primer devanado 506 de inducción y se extiende entre las patas 510, 512, 514 y 516 primera, segunda, tercera y cuarta, respectivamente, del componente 500 magnético integrado de una manera similar a las realizaciones anteriores descritas anteriormente del componente 500 magnético integrado. La disposición o geometría plegada horizontalmente del primer devanado 506 de inducción está enrollada, o rodea, la cuarta pata 516 y la tercera pata 514 que están dispuestas de manera adyacente en la superficie 503 superior del miembro 502 de base. La disposición o geometría plegada horizontalmente del primer conductor 506 de entrada forma un único devanado completo formado como una tira plana plegada de devanado con terminales eléctricos (no mostrados) dispuestos en las secciones de extremo del devanado 506 de inducción de entrada. El primer devanado 506 de inducción de entrada comprende además una segunda pata 506b, que sobresale fuera de la periferia del miembro 505 de base, y las partes 506c de puente o de acoplamiento acoplan eléctrica y mecánicamente las patas primera y segunda. La segunda pata 506b y la parte 506c de puente no proporcionan ninguna contribución notable al flujo magnético generado a través de la primera trayectoria de flujo magnético del núcleo magnéticamente permeable. Esto es debido a que estas partes/patas conductoras están acopladas magnéticamente al aire circundante con su baja permeabilidad y están solo muy débilmente acopladas al material magnéticamente conductor del miembro 502 de base.

Un segundo devanado 508 de inducción de forma y material similares a los del primer devanado 506 de inducción de entrada está dispuesto en la superficie 503 superior de la estructura cuadrática plana del miembro 502 de base, pero orientado ortogonalmente al primer conductor 506 de entrada en el plano horizontal. La disposición o geometría plegada horizontalmente del segundo devanado 508 de inducción de entrada está enrollado en, o rodea, la segunda pata 512 y la tercera pata 514 que están dispuestas de manera adyacente en la superficie 503 superior del miembro 502 de base. El segundo devanado 508 de inducción de entrada está dispuesto ortogonalmente al primer devanado 506 de inducción de entrada y comprende asimismo un primer conductor de entrada que comprende una tira plana recta de material conductor que se extiende entre las patas 510, 512, 514 y 516 primera, segunda, tercera y cuarta, respectivamente. El primer conductor de entrada forma una primera pata o segmento del primer devanado 506 de inducción. Esta disposición ortogonal de los ejes de los conductores de entrada primero y segundo conduce a direcciones ortogonales correspondientes de los campos magnéticos primero y segundo generados en respuesta al flujo de corrientes de entrada

a través de los conductores de entrada primero y segundo. Por lo tanto, la primera trayectoria de flujo magnético del núcleo magnéticamente permeable se extiende de manera sustancialmente ortogonal a la segunda trayectoria de flujo magnético de una manera correspondiente a la Fig. 3 con respecto a las trayectorias $\Phi 1$ y $\Phi 2$ de flujo magnético.

5 Una ventaja de la presente realización 500, en comparación con las realizaciones 100, 400 primera y segunda, es que la geometría de los devanados 506, 508 de inducción primero y segundo de entrada hace que estos estén bien adaptados para la integración en tipos estándar de placas de circuito impreso (PCB), por ejemplo, una PCB flexible o una PCB rígida. Esta característica permite la modularización de un convertidor de potencia basado en la presente realización del componente 500 magnético integrado, ya que otros componentes del convertidor de potencia pueden ser integrados en la PCB junto con los devanados 506, 508 de inducción de entrada.

10 La Fig. 6 es una vista en perspectiva en despiece ordenado del componente 500 magnético integrado representado anteriormente según la tercera realización de la invención. Las disposiciones o las geometrías plegadas horizontalmente de los devanados 506, 508 de inducción primero y segundo son evidentes de manera que los devanados de inducción están formados por tiras plegadas planas respectivas de conductores eléctricos. De manera similar, la figura representa la orientación ortogonal en el plano horizontal del primer eje 542 de conductor, asociado con el primer conductor 506 de entrada, con relación al segundo eje 540 de bobina, asociado con el segundo conductor 508 de entrada.

15 La Fig. 7a) ilustra las direcciones de flujo magnético respectivas a través de las patas 110, 112, 114 y 116 primera, segunda, tercera y cuarta, respectivamente, del componente 100 magnético integrado según la primera realización de la invención en un primer estado de corriente de entrada de entre cuatro estados de corriente de entrada diferentes. La persona con conocimientos en la materia apreciará que las direcciones de flujo magnético respectivas a través de las patas 110, 112, 114 y 116 primera, segunda, tercera y cuarta, respectivamente, de las realizaciones alternativas del componente 400, 500 magnético integrado son en gran parte idénticas por las razones descritas anteriormente. El primer estado de corriente de entrada está caracterizado por la dirección indicada de la corriente de entrada, I1, que fluye a través del primer conductor 106 de entrada y por la dirección indicada de la corriente de entrada, I2, que fluye a través del segundo conductor 108 de entrada. En el primer estado de corriente de entrada usando la regla de la mano derecha, la corriente de entrada I1 genera el primer campo magnético que induce los flujos magnéticos indicados por las flechas 109a y 109b sólidas en la misma dirección a través de la primera pata 110 y la segunda pata 112. Esto es una consecuencia de que la primera pata 110 y la segunda pata 112 estén dispuestas de manera adyacente en el mismo lado del conductor 106 de entrada. Además, la corriente I1 de entrada conduce también a los flujos magnéticos indicados por las flechas 109c y 109d sólidas en la misma dirección en la tercera pata 114 y la cuarta pata 116. Los flujos magnéticos inducidos por I1 conducen, por consiguiente, a flujos magnéticos dirigidos en sentido opuesto a través de las patas primera y segunda con relación a las patas tercera y cuarta, lo cual es una consecuencia de la geometría del bucle magnético cerrado formado por la primera trayectoria $\Phi 1$ de flujo magnético representada en la Fig. 3.

20 En el primer estado de corriente de entrada, usando la regla de la mano derecha en la dirección indicada de la corriente I2 de entrada que fluye a través del segundo conductor 108 de entrada conduce a los flujos magnéticos indicados por las flechas 111c y 111d de puntos en la misma dirección en la primera pata 110 y la cuarta pata 116. Esto es una consecuencia de que la primera pata 110 y la cuarta pata 116 estén dispuestas en el mismo lado del segundo conductor 108 de entrada. Además, la corriente I2 de entrada conduce también a los flujos magnéticos indicados por las flechas 111b y 111a de puntos en la misma dirección en la segunda pata 112 y la tercera pata 114. Por consiguiente, los flujos magnéticos inducidos por I2 conducen a flujos magnéticos dirigidos de manera opuesta en las patas primera y cuarta con relación a las patas segunda y tercera, lo cual es una consecuencia de la geometría del bucle magnético cerrado formado por la segunda trayectoria $\Phi 2$ de flujo magnético representada en la Fig. 3.

25 Este análisis de los respectivos flujos magnéticos inducidos por las corrientes I1 e I2 de entrada revela que un flujo magnético resultante en cada una de las patas 110, 112, 114 y 116 primera, segunda, tercera y cuarta, respectivamente, está determinado por las contribuciones o componentes de flujo desde la primera trayectoria $\Phi 1$ de flujo magnético y la segunda trayectoria $\Phi 2$ de flujo magnético. Esto implica que un voltaje de salida inducido en cada uno de los devanados 120, 122, 124 y 126 de inducción de salida está determinado también por las contribuciones desde las dos trayectorias de flujo magnético primera y segunda.

30 La Fig. 7b) ilustra las direcciones de flujo magnético respectivas a través de las patas 110, 112, 114 y 116 primera, segunda, tercera y cuarta, respectivamente, en un segundo estado de corriente de entrada. En el segundo estado de corriente de entrada representado, la dirección de la segunda corriente I2 de entrada está invertida con relación a la dirección de I2 en el primer estado de corriente de entrada descrito anteriormente. La dirección de la primera corriente I1 de entrada es la misma que en el primer estado de corriente de entrada. Estas direcciones para la corriente de entrada primera y segunda conducen a las direcciones representadas de los flujos magnéticos inducidos por I1 indicados por las flechas 109a, 109b, 109c, 109d sólidas. De manera similar, los flujos magnéticos respectivos a través de las patas inducidos por I2 están indicados por las flechas 111a, 111b, 111c, 111d de puntos. Tal como era de esperar, la dirección de los flujos magnéticos generados por I2 se ha invertido a través de cada una de las patas 110, 112, 114 y 116 primera, segunda, tercera y cuarta, mientras que la dirección de los flujos magnéticos generados por I2 se ha mantenido a través

de cada una de las patas.

La Fig. 7c) ilustra las direcciones de flujo magnético respectivas a través de las patas 110, 112, 114 y 116 primera, segunda, tercera y cuarta, respectivamente, en un tercer estado de corriente de entrada. En el tercer estado de corriente de entrada representado, la dirección de la primera corriente I1 de entrada y la segunda corriente I2 de entrada han sido invertidas con relación a sus direcciones respectivas en el primer estado de corriente de entrada descrito anteriormente en la Fig. 7a). Estas direcciones para las corrientes de entrada primera y segunda conducen a las direcciones representadas de los flujos magnéticos inducidos por I1 indicados por las flechas 109a, 109b, 109c, 109d sólidas. Asimismo, los flujos magnéticos respectivos a través de las patas inducidos por I2 están indicados por las flechas 111a, 111b, 111c, 111d de puntos. Tal como es de esperar, las direcciones de todos los flujos magnéticos inducidos han sido invertidas (con relación al primer estado de corriente de entrada) a través de cada una de las patas 110, 112, 114 y 116 primera, segunda, tercera y cuarta debido a la inversión de ambas corrientes I1, I2 de entrada.

La Fig. 7d) ilustra las direcciones de flujo magnético respectivas a través de las patas 110, 112, 114 y 116 primera, segunda, tercera y cuarta, respectivamente, en un cuarto estado de corriente de entrada. En el cuarto estado de corriente de entrada representado, la dirección de la primera corriente I1 de entrada es invertida con relación a la dirección de I1 en el primer estado de corriente de entrada descrito anteriormente en conexión con la Fig. 7a). Estas direcciones para las corrientes de entrada primera y segunda conducen a las direcciones representadas de los flujos magnéticos inducidos por I1 indicados por las flechas 109a, 109b, 109c, 109d sólidas. De manera similar, los flujos magnéticos respectivos a través de las patas inducidos por I2 están indicados por las flechas 111a, 111b, 111c, 111d de puntos.

La capacidad descrita anteriormente para alterar un flujo magnético total o resultante a través de cada una de las patas 110, 112, 114 y 116 primera, segunda, tercera y cuarta, respectivamente, dependiendo de las direcciones o de la polaridad de las corrientes de entrada o de excitación primera y segunda que fluyen a través de los conductores 106, 108 de entrada primero y segundo, respectivamente, conducen a la posibilidad de producir diferentes formas de onda de voltaje en cada uno de los devanados 120, 122, 124 y 126 de inducción de salida por un desplazamiento relativo de las formas de onda de voltaje aplicadas a los conductores 106, 108 de entrada primero y segundo, respectivamente. Por consiguiente, el voltaje de salida de los devanados 120, 122, 124 y 126 de inducción de salida puede ser ajustado controlando un ángulo de desplazamiento de fase entre las formas de onda de voltaje de entrada y, de esta manera, las corrientes I1 e I2 de entrada, aplicadas a los conductores 106, 108 de entrada primero y segundo, respectivamente. Esta propiedad altamente útil se ilustra en detalle a continuación en conexión con la Fig. 12 que muestra las formas de onda de voltaje de salida medidas respectivas en cada uno de los devanados 120, 122, 124 y 126 de inducción de salida para desplazamientos de ángulo de fase diferentes entre las formas de onda de voltaje de entrada primera y segunda.

La Fig. 8 muestra una vista en perspectiva ensamblada de un componente 800 magnético integrado que comprende tres conductores 806, 807, 808 de entrada separados según una cuarta realización de la invención. El componente 800 magnético integrado comprende un núcleo magnéticamente permeable que tiene una estructura 801 cúbica hueca. La estructura 801 cúbica hueca comprende un miembro 802 de base formado integralmente y un miembro 804 superior. El miembro 804 superior tiene un recorte o una abertura 805 cuadrática dispuesta centralmente que conduce a la formación de una quinta pata 811, una sexta pata 813, una 7ª pata 815 y una 8ª pata 817 en la estructura de miembro superior. Además, una primera pata 810, una segunda pata 812, una tercera pata 814 y una cuarta pata 816 sobresalen verticalmente desde el miembro 802 de base. Las primeras 8ª patas están formadas como vértices respectivos de la estructura 801 cúbica hueca. El componente 800 magnético integrado comprende además un devanado de inducción de salida primero, segundo, tercero y cuarto enrollado alrededor de la primera pata 810, la segunda pata 812, la tercera pata 814 y la cuarta pata 816, respectivamente. Además, el componente 800 magnético integrado comprende un quinto devanado de inducción de salida, un sexto devanado de inducción de salida, un 7º devanado de inducción de salida y un 8º devanado de inducción de salida enrollados alrededor de las patas respectivas de entre la quinta pata 811, la sexta pata 813, la 7ª pata 815 y la 8ª pata 817. Los devanados primero a 8º de inducción de salida no están representados en la figura en aras de la claridad.

El primer devanado 806 de inducción comprende un único devanado de vuelta completa formado como una cinta o tira plana con forma de U de material eléctricamente conductor. La tira plana con forma de U del material 806 conductor es similar al conductor 406 de entrada con forma de U descrito anteriormente en conexión con la segunda realización de la invención en el sentido de que comprende un primer conductor de entrada formado como una pata o brazo dispuesto cerca de una superficie superior del miembro 802 de base. El primer conductor de entrada se extiende entre las patas 810, 812, 814 y 816 primera, segunda, tercera y cuarta, respectivamente, que sobresalen desde el miembro 802 de base y forman vértices del núcleo 801 cuadrático hueco. Una segunda pata o brazo de devanado del devanado 806 de inducción plano con forma de U está dispuesto debajo de la estructura cuadrática hueca plana del miembro 802 de base. Una parte de puente o de acoplamiento de la tira 806 plana con forma de U se extiende alrededor de un borde o vértices de la estructura rectangular hueca del miembro de base. Un segundo devanado 808 de inducción de forma, dimensiones y material similares a los del primer devanado 806 de inducción está dispuesto o enrollado alrededor de la estructura cuadrática hueca del miembro 802 de base de la misma manera que el primer conductor 806 de entrada, pero orientado ortogonalmente en el plano horizontal al primer devanado 806 de inducción. Una primera pata del segundo devanado 808

de inducción forma un segundo conductor de entrada y se extiende también entre las patas 810, 812, 814 y 816 primera, segunda, tercera y cuarta, respectivamente, por encima del miembro 802 de base, de manera que los conductores de entrada primero y segundo se superpongan entre sí en una región central del miembro 802 de base.

5 El componente 800 magnético integrado finalmente comprende un tercer devanado 807 de inducción de entrada de forma, dimensiones y material similares a los de los devanados 806, 808 de inducción de entrada primero y segundo, respectivamente. El tercer conductor de entrada está dispuesto o enrollado alrededor de las patas 812, 816 segunda y cuarta dispuestas diagonalmente, respectivamente, desplazadas verticalmente desde el plano horizontal en la superficie superior de la estructura cuadrática hueca del miembro 802 de base. Una primera pata del tercer devanado 807 de inducción forma un tercer conductor de entrada que se extiende entre las patas 810, 812, 814 y 816 primera, segunda, 10 tercera y cuarta, respectivamente. La orientación del tercer devanado de inducción es girada 90 grados alrededor del plano horizontal con relación a la orientación de los devanados 806, 808 de inducción primero y segundo, respectivamente. El tercer devanado 807 de inducción está configurado para inducir un tercer flujo magnético a través de una tercera trayectoria de flujo del núcleo 801 magnéticamente permeable en respuesta a una tercera corriente de entrada aplicada al mismo. Esta tercera corriente de entrada conduce a la formación de una tercera trayectoria de flujo magnético que se extiende de manera sustancialmente ortogonal a una primera trayectoria de flujo y de manera sustancialmente ortogonal a una segunda trayectoria de flujo en el núcleo 801 magnéticamente permeable, tal como se explica más detalladamente a continuación. 15

La Fig. 9 ilustra esquemáticamente las trayectorias 823, 825 y 827 de flujo magnético primera, segunda y tercera dispuestas ortogonalmente, respectivamente, en el núcleo 801 del componente 800 magnético integrado. La primera 20 trayectoria de flujo magnético indicada mediante líneas 823 discontinuas conduce el flujo magnético generado en respuesta a la primera corriente de entrada aplicada al primer conductor 806 de entrada que fluye desde la parte superior a la inferior o viceversa, dependiendo de una dirección de la corriente de entrada a través del primer de inducción 806 de entrada. La segunda trayectoria de flujo magnético indicada mediante líneas 825 de puntos conduce el flujo magnético generado en respuesta a la segunda corriente de entrada aplicada al segundo inductor 808 de entrada que fluye desde la parte superior a la inferior o viceversa, dependiendo de la dirección de la corriente de entrada a través del segundo inductor 808 de entrada. Tal como se ilustra, la primera trayectoria 823 de flujo magnético está dispuesta de manera sustancialmente ortogonal a la segunda trayectoria 825 de flujo magnético en el sentido de que los ejes respectivos de los bucles magnéticos cerrados formados por estas trayectorias de flujo magnético son sustancialmente ortogonales. La 25 tercera trayectoria de flujo magnético indicada mediante líneas 827 sólidas conduce el flujo magnético generado en respuesta a la tercera corriente de entrada aplicada al tercer conductor 807 de entrada que fluye desde una superficie vertical próxima a una superficie vertical alejada del núcleo 801 o viceversa, dependiendo de la dirección de la corriente de entrada a través del tercer inductor 807 de entrada. 30

Tal como se ilustra, la tercera trayectoria 827 de flujo magnético se extiende de manera sustancialmente ortogonal a la segunda trayectoria 825 de flujo magnético y de manera sustancialmente ortogonal a la primera trayectoria 823 de flujo magnético dejando las tres trayectorias de flujo magnético ortogonales entre sí. Esta disposición ortogonal de las trayectorias de flujo primera, segunda y tercera proporciona un desacoplamiento de flujo ortogonal 3D de los conductores de entrada primero, segundo y tercero y permite que estos sean operados de manera sustancialmente independiente sin que tenga lugar ningún acoplamiento magnético mutuo, de manera que tres fuentes de voltaje de entrada independientes de un convertidor de potencia de múltiples entradas puede ser acomodadas y pueden trabajar al unísono para suministrar 35 energía a un voltaje de salida de CC común. 40

La Fig. 10 muestra una vista en perspectiva ensamblada de un componente 1000 magnético integrado que comprende tres conductores 1006, 1007, 1008 de entrada separados según una quinta realización de la invención. El componente 1000 magnético integrado comprende un núcleo 1001 magnéticamente permeable que tiene una estructura cúbica hueca. La estructura 1001 cúbica hueca comprende un miembro 1002 de base formado integralmente y un miembro 1004 superior. La disposición de los conductores 1006, 1008, 1007 de entrada primero, segundo y tercero, respectivamente, en el núcleo 1001 magnéticamente permeable es similar a la disposición de conductores de entrada descrita y discutida en detalle anteriormente en conexión con la cuarta realización de la invención. De manera similar, la forma, el material y las dimensiones de los conductores 1006, 1008, 1007 de entrada primero, segundo y tercero, respectivamente, pueden ser idénticos a los descritos anteriormente en detalle en conexión con la cuarta realización de la invención. Sin embargo, 45 aunque el miembro superior de la realización anterior comprendía una abertura cuadrática dispuesta centralmente que conduce a la formación de 4 patas adicionales, el miembro superior presente es una estructura similar a una placa sólida. La persona con conocimientos en la materia apreciará que la estructura 1001 de núcleo cúbico hueco de la presente realización es capaz de soportar un conjunto correspondiente de tres trayectorias de flujo magnético ortogonal como las trayectorias 823, 825 y 827 de flujo magnético dispuestas ortogonalmente, primera, segunda y tercera respectivamente, de la cuarta realización del componente 800 magnético integrado. El componente 1000 magnético integrado comprende además preferiblemente al menos un devanado de inducción de salida primero, segundo, tercero y cuarto enrollado alrededor de la primera pata 1010, la segunda pata 1012, la tercera pata 1014 y la cuarta pata 1016, respectivamente. Estos devanados de inducción de salida se han dejado fuera de la figura en aras de la claridad. 50 55

La Fig. 11 es un dibujo esquemático de un convertidor CC-CC elevador aislado, de doble entrada, que comprende un componente 1100 magnético integrado según la primera incorporación del mismo. El componente 1100 magnético integrado actúa como un transformador en el convertidor CC-CC elevador aislado, de doble entrada, con los conductores S11 y S12 de entrada primero y segundo, respectivamente, dispuestos en el lado primario del transformador y devanados S1-S4 de inducción primero, segundo, tercero y cuarto de salida, respectivamente, dispuestos en un lado secundario del transformador. La persona con conocimientos en la materia entenderá que el presente componente 1100 magnético integrado podría ser reemplazado por un componente magnético integrado según cualquiera de las realizaciones segunda y tercera descritas anteriormente del componente magnético integrado, ambas de las cuales comprenden una arquitectura de conductor de doble entrada. De manera alternativa, el presente componente 1100 magnético integrado podría ser reemplazado por el componente magnético integrado según cualquiera de las realizaciones cuarta y quinta indicadas anteriormente del componente magnético integrado a pesar de que cada uno de estos comprende una configuración de conductor de tres entradas. Sin embargo, cualquiera de los tres conductores de entrada puede dejarse abierto sin ninguna conexión a una fuente de voltaje de entrada sin comprometer la operación del componente magnético integrado durante la utilización de solo los dos conductores de entrada restantes. La relación de transformación es 1:n tal como se indica en la figura, donde n puede tener un valor entre 0,1 y 100. La relación de transformación se define como el número de conductores de entrada con relación a número de devanados de un devanado de inducción de salida. Por consiguiente, cada uno de los conductores de entrada primero, segundo y tercero puede tener un número menor, igual o mayor de conductores que el número de devanados de cada uno de los devanados de inducción de salida.

El convertidor de CC/CC elevador aislado, de doble entrada, comprende un primer controlador 1102 de entrada acoplado eléctricamente al primer conductor S11 de entrada para suministrar una primera señal de accionamiento al mismo y un segundo controlador 1104 de entrada acoplado eléctricamente al segundo conductor S12 de entrada para suministrar una segunda señal de accionamiento al mismo. Un primer devanado S1 de inducción de salida correspondiente al primer devanado 120 de la Fig. 1 está acoplado en serie con un segundo devanado S3 de inducción de salida, por ejemplo, correspondiente al tercer devanado 124 de salida de la Fig. 1, de manera que S1 y S3 están enrollados alrededor patas dispuestas diagonalmente del componente 1100 magnético integrado. Los terminales de extremo respectivos de S1 y S3 están acoplados eléctricamente a un primer circuito 1110 de rectificación de salida en los nodos E y F de circuito, respectivamente. Un tercer devanado S2 de inducción de salida, correspondiente al segundo devanado 122 de salida de la Fig. 1, está acoplado en serie con un cuarto devanado S4 de inducción de salida, por ejemplo, correspondiente al cuarto devanado 126 de salida de la Fig. 1, de manera que S2 y S4 estén enrollados alrededor de patas respectivas dispuestas diagonalmente del componente 1100 magnético integrado. Los terminales de extremo respectivos de S2 y S4 están acoplados eléctricamente a un segundo circuito 1114 de rectificación de salida en los nodos G y H de circuito, respectivamente. Cada uno de los circuitos 1110, 1114 de rectificación de salida primero y segundo, respectivamente, comprende un rectificador de diodos de onda completa. El rectificador de diodos de onda completa del primer circuito 1110 de rectificación de salida comprende diodos D1, D2, D3 y D4 semiconductores, mientras que el rectificador de diodos de onda completa del segundo circuito 1114 de rectificación de salida comprende diodos D5, D6, D7 y D8 semiconductores. Los circuitos 1110, 1114 de rectificación de salida primero y segundo, respectivamente, están acoplados en paralelo a un nodo de voltaje de salida de CC en V_0 . Una carga en el convertidor de CC/CC elevador aislado, de doble entrada, se indica esquemáticamente mediante una resistencia R_L de carga. Un condensador C de salida está acoplado a través de un nodo de voltaje de salida de CC para suprimir la ondulación de voltaje en las formas de onda de voltaje rectificadas suministradas por los circuitos 1110, 1114 de rectificación de salida primero y segundo, respectivamente, y proporcionan un voltaje de salida de CC de baja ondulación, estable.

El primer controlador 1102 de entrada comprende un controlador de transistores de puente en H acoplado a un primer voltaje de entrada, V1, que por ejemplo puede ser un voltaje de CC entre 5 voltios y 100 voltios, a través de un primer inductor L_1 elevador. Los nodos de salida complementarios, el nodo A y el nodo B, respectivamente, del primer controlador de transistores de puente en H están acoplados eléctricamente a los extremos opuestos del primer conductor S11 de entrada. El segundo controlador 1104 de entrada comprende un controlador de transistores de puente en H acoplado a un segundo voltaje de entrada, V2, que por ejemplo puede ser un voltaje de CC entre 5 voltios y 100 voltios, a través de un segundo inductor L_2 elevador. Los nodos de salida complementarios, el nodo C y el nodo D, del segundo controlador de transistores de puente en H están acoplados eléctricamente a los extremos opuestos del segundo conductor S12 de entrada.

Tal como se ha explicado anteriormente, la disposición ortogonal de las trayectorias de flujo primera y segunda asociadas con los conductores S11 y S12 de entrada primero y segundo, respectivamente, dentro del núcleo magnéticamente permeable del componente 1100 magnético integrado proporciona un desacoplamiento de flujo ortogonal 2 dimensional (2D) (o incluso 3D) de los conductores de entrada primero y segundo y permite que estos sean operados de manera independiente, de manera que las fuentes V1 y V2 de voltaje de entrada puedan ser acopladas a un potencial eléctrico común como tierra, tal como se indica en la Fig. 11. El flujo magnético generado o inducido por la corriente de entrada que fluye a través del primer conductor S11 de entrada induce un flujo magnético sustancialmente nulo en el segundo conductor S12 de entrada, ya que el flujo magnético o el campo generado por S11 se extiende de manera paralela con el eje de conductor de entrada de S12 en el núcleo magnéticamente permeable y viceversa, tal como se ha explicado

anteriormente, por ejemplo, en conexión con la Fig. 3.

En la Fig. 12, el gráfico a) más superior representa un primer conjunto de formas de onda de voltaje de entrada y de salida simuladas de un prototipo de convertidor CC-CC elevador, de doble entrada, aislado, para los desplazamientos de ángulo de fase de 90 grados entre las formas de onda de voltaje de entrada primera y segunda. Las formas de onda de voltaje de entrada primera y segunda se aplican a conductores respectivos de entre los conductores SI1, SI2 de entrada primero y segundo como señales PWM de control moduladas primera y segunda. El ciclo de trabajo de las señales PWM de control moduladas primeras y segundas se estableció al 75%.

El gráfico a) muestra, para un ángulo de desplazamiento de fase de 90 grados, las formas V_{T1} y V_{T2} de onda primera y segunda de las señales de accionamiento, respectivamente, aplicadas a los conductores SI1 y SI2 de entrada primero y segundo. Las formas V_{S1} v V_{S2} , V_{S3} y V_{S4} de onda de señal de salida respectivas inducidas en los devanados 120, 122, 124 y 126 de inducción primero, segundo, tercero y cuarto de salida, respectivamente, se representan a continuación. De manera similar, el gráfico b) de la Fig. 12 representa, para un ángulo de desplazamiento de fase de 0 grados, las formas, V_{T1} y V_{T2} de onda primera y segunda de las señales de accionamiento, respectivamente, aplicadas a los conductores SI1 y SI2 de entrada primero y segundo. Las formas V_{S1} v V_{S2} , V_{S3} y V_{S4} de onda de las señales de salida respectivas inducidas en los devanados 120, 122, 124 y 126 de inducción primero, segundo, tercero y cuarto de salida, respectivamente, en respuesta a las mismas, se representan a continuación.

Finalmente, el gráfico a) y b) de la Fig. 13 representa, para un ángulo de desplazamiento de fase de 180 grados y de 45 grados, respectivamente, las formas, V_{T1} y V_{T2} de onda primera y segunda de las señales de accionamiento, respectivamente, aplicadas a los conductores SI1 y SI2 de entrada primero y segundo. Las formas V_{S1} v V_{S2} , V_{S3} y V_{S4} de onda de las señales de salida respectivas inducidas en los devanados 120, 122, 124 y 126 de inducción primero, segundo, tercero y cuarto de salida, respectivamente, en respuesta a las mismas debajo de cada ángulo de desplazamiento de fase se representan debajo de las formas de onda de las señales de accionamiento. Tal como se ilustra, las formas V_{S1} , V_{S2} , V_{S3} y V_{S4} de onda de las señales de salida respectivas pueden ser ajustadas ajustando el ángulo de desplazamiento de fase entre las formas, V_{T1} y V_{T2} de onda primera y segunda de las señales de accionamiento. El voltaje de salida de CC máximo se produce cuando el ángulo de desplazamiento de fase es de 0 o de 180 grados, mientras que el voltaje de salida de CC mínimo se produce para un desplazamiento de ángulo de fase de 90 grados. Además, el voltaje de salida de CC puede ser controlado también ajustando el ciclo de trabajo de las señales PWM de accionamiento moduladas primera y segunda. Esto es contrario a los convertidores de potencia tradicionales, en los que el voltaje de salida de CC es ajustado únicamente mediante el control del ciclo de trabajo de una señal de entrada PWM.

Además, se produce una forma de onda de voltaje de salida de múltiples niveles en cada una de las formas V_{S1} , V_{S2} , V_{S3} y V_{S4} de onda de las señales de salida para un ángulo de desplazamiento de fase de 45 grados entre las formas de onda primera y segunda de la señal de accionamiento, tal como se ilustra en la Fig. 13b). Las formas de onda de voltaje de salida de múltiples niveles demuestran un interesante potencial para nuevas topologías de convertidores de potencia de múltiples niveles que podrían reemplazar las topologías de convertidor de múltiples niveles conectados a diodos en cascada y de condensadores tradicionales. Una ventaja de la forma de onda de voltaje de salida de múltiples niveles generada es que se reduce la corriente de pico a través de cada uno de los MOSFETs M1-M4 del primer controlador 1102 de entrada y la corriente de pico a través de cada uno de los MOSFETs M5-M8 del segundo controlador 1104 de entrada. De manera similar, las corrientes de pico inducidas en cada uno de los conductores de entrada primero y segundo y en los devanados de inducción de salida pueden reducirse significativamente debido a las formas de onda de múltiples niveles generadas por el establecimiento del ángulo de desplazamiento de fase de 45 grados. Esta característica conduce también a una mayor eficiencia de conversión del convertidor de potencia.

Otra ventaja del presente convertidor de potencia es la capacidad de generar formas de onda de impulso puramente rectangulares a un ciclo de trabajo del 50% de las señales de entrada moduladas PWM sin inducir ningún nivel de voltaje cero intermitente o plataformas en cada uno de entre el primer devanado S1 de inducción de salida, el segundo devanado S3 de inducción de salida, el tercer devanado S3 de inducción de salida y el cuarto devanado S4 de inducción de salida. Las formas de onda de impulso rectangulares son generadas cuando el ángulo de desplazamiento de fase entre las formas de onda primera y segunda de las señales de accionamiento es de 90 grados e, idealmente, puede conseguir una fluctuación de voltaje cero en el voltaje de salida de CC incluso en ausencia de un filtro de salida. Esto requiere que los devanados de inducción de salida dispuestos diagonalmente en las patas del miembro de base estén acoplados en serie en el lado secundario del componente magnético integrado (que actúa como un transformador).

Referencias:

- [1] Y -C. Liu, Y -M. Chen, "A systematic approach to synthesizing multi-input dc-dc converters," IEEE Transactions 011 Power Electron., vol.24, no. 1, pp. 6-127, Ene. 2009.
- [2] K. Kobayashi, H. Matsuo. And Y. Sekinc, "Novel solar-cell power supply system using a multiple-input DC-DC

convener." IEEE Trans. Ind. Elektron., vol. 53, no. 1, pp. 281 - 286. Feb. 2006.

[3] H. Matsuo, T. Shigemizu, F. Kurokawa, N. Watanabe, "Characteristics of the multiple-input de-de convener," IEEE Transactions On Industry Appl., vol. 31, no.3, pp. 625- 631, Junio 2004.

5 [4] K.P. Yalanmancili, M. Ferdowsi. "Review of multiple input dc-dc converters for electric and hybrid vehicles," IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference, pp. 160- 163, 7-9 Sept. 2005.

[5] Y-M. Chen, Y-C. Liu and F-Y. Wu. "Multi-input de/de converter based on the multi-winding transformer for renewable energy applications", IEEE Transactions On Industry Appl. vol. 38, N° 4, pp. 1096- 1104, Julio 2002.

[6] S.S. Ochi and E.H. Wittenbreder, "Integrated multi-transformer" patente US20090230776A1.

10 [7] F. Zhang, F. Peng, and Z. Qian, "Study of the multilevel converters in dc-dc applications" in Proc. IEEE PESC, pp.1702-1706, 2004.

[8] M. Nymand, 'Switch mode pulse width modulated dc-dc convener with multiple power transformers: WO/2009/012778. Solicitud de patente internacional PCT/DK 2008/000274.

REIVINDICACIONES

1. Componente (100) magnético integrado que comprende:

- 5 - un núcleo (101) magnéticamente permeable que comprende un miembro (102) de base y un miembro (104) superior, en el que el miembro (102) de base se extiende en un plano horizontal y comprende patas (110, 112, 114, 116) primera, segunda, tercera y cuarta que sobresalen de manera sustancialmente perpendicular desde el miembro (102) de base,
- el miembro (104) superior está fijado a los extremos opuestos de las patas primera, segunda, tercera y cuarta con relación al miembro (102) de base,
- 10 - los devanados (120, 122, 124, 126) de inducción de salida primero, segundo, tercero y cuarto enrollados alrededor de las patas (110, 112, 114, 116) primera, segunda, tercera y cuarta, respectivamente,
- un primer conductor (106) de entrada que se extiende entre las patas (110, 112, 114, 116) primera, segunda, tercera y cuarta a lo largo de un primer eje (142) del conductor, en el que dicho primer conductor (106) de entrada está configurado para inducir un primer campo magnético ortogonalmente al primer eje (142) del conductor, y se extiende a través de una primera trayectoria ($\Phi 1$) de flujo del núcleo (101) magnéticamente permeable,
- 15 - un segundo conductor (108) de entrada que se extiende a lo largo de un segundo eje (140) del conductor y está dispuesto para inducir un segundo campo magnético ortogonalmente al segundo eje (140) del conductor y se extiende a través de una segunda trayectoria ($\Phi 2$) de flujo del núcleo (101) magnéticamente permeable; en el que la segunda trayectoria ($\Phi 2$) de flujo se extiende de manera sustancialmente ortogonal a la primera trayectoria ($\Phi 1$) de flujo.
- 20

2. Componente (100) magnético integrado según la reivindicación 1, en el que el primer eje (142) del conductor y el segundo eje (140) del conductor se extienden ambos en el plano horizontal o en paralelo al mismo.

3. Componente (100) magnético integrado según la reivindicación 1 o 2, que comprende un tercer conductor (807) de entrada que se extiende entre un par diagonal de las patas primera, segunda, tercera y cuarta a lo largo de un tercer eje de conductor para inducir una tercera campo magnético ortogonalmente al tercer eje de conductor;

25 en el que el tercer conductor (807) de entrada está dispuesto para generar el tercer campo magnético a través de una tercera trayectoria de flujo del núcleo (801) magnéticamente permeable que se extiende de manera sustancialmente ortogonal a la primera trayectoria de flujo y de manera sustancialmente ortogonal a la segunda trayectoria de flujo del núcleo magnéticamente permeable.

4. Componente (100) magnético integrado según la reivindicación 3, en el que el miembro superior comprende un primer recorte (805) pasante central para formar las patas (811, 813, 815, 817) quinta, sexta, 7ª y 8ª, que se extienden paralelamente al plano horizontal.

5. Componente (100) magnético integrado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las patas (110, 112, 114, 116) primera, segunda, tercera y cuarta están dispuestas en un patrón sustancialmente rectangular o cuadrático en el miembro (102) de base.

6. Componente (100) magnético integrado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las patas (110, 112, 114, 116) primera, segunda, tercera y cuarta están dispuestas en las posiciones respectivas del miembro de base de manera que se formen canales o pasos primero y segundo sustancialmente ortogonales en una superficie del miembro de base; y

40 -en el que los conductores (106, 108) de entrada primero y segundo sobresalen a través del primer canal o paso y del segundo canal o paso, respectivamente.

7. Componente (100) magnético integrado según la reivindicación 6, en el que los conductores (106, 108) de entrada primero y segundo están apoyados y superpuestos en una región central del miembro (102) de base.

8. Componente (100) magnético integrado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que:

- 45 - el primer conductor (106) de entrada forma parte de un primer devanado de inducción enrollado alrededor del miembro (102) de base o enrollado alrededor del miembro (104) superior; y
- el segundo conductor (108) de entrada forma parte de un segundo devanado de inducción enrollado alrededor del miembro (102) de base o enrollado alrededor del miembro (104) superior.

9. Componente (100) magnético integrado según cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que:

- el primer conductor de entrada forma parte de un primer devanado de inducción de entrada enrollado alrededor de un primer par de patas adyacentes de entre las patas primera, segunda, tercera y cuarta; y
- el segundo conductor de entrada forma parte de un segundo devanado de inducción de entrada enrollado alrededor de un segundo par de patas adyacentes de entre las patas primera, segunda, tercera y cuarta;
- en el que cada uno de los devanados de inducción primero y segundo se extienden de manera exclusiva por encima del miembro (102) de base o por encima del miembro (104) superior en el plano horizontal o en paralelo al mismo.

5

10

10. Componente (100) magnético integrado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los conductores (106, 108) de entrada primero y segundo comprenden segmentos respectivos sustancialmente rectos de cable eléctricamente conductor.

11. Componente (100) magnético integrado según la reivindicación 10, en el que:

- los segmentos rectos primero y segundo del alambre eléctricamente conductor comprenden tiras planas respectivas de material conductor aislado eléctricamente dispuestas en contacto con el miembro (102) de base o en contacto con el miembro (104) superior.

15

12. Componente (100) magnético integrado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que

- el primer conductor (106) de entrada está configurado para generar flujos magnéticos en una primera dirección a través de un primer par de patas adyacentes dispuestas en un primer lado del primer conductor (106) de entrada y flujos magnéticos dirigidos de manera opuesta a través de un segundo par de patas adyacentes dispuestas en un segundo lado opuesto del primer conductor (106) de entrada; y
- el segundo conductor (108) de entrada está configurado para generar flujos magnéticos en una segunda dirección a través de un primer par de patas adyacentes dispuestas en un primer lado del segundo conductor (108) de entrada y flujos magnéticos dirigidos de manera opuesta a través de un segundo par de patas adyacentes dispuestas en un segundo lado opuesto del segundo conductor (108) de entrada.

20

25

13. Componente (100) magnético integrado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera trayectoria de flujo forma un primer bucle magnético cerrado que se extiende desde el primer conductor (106) de entrada a través del miembro (102) de base, las patas primera y segunda, el miembro (104) superior, las patas tercera y cuarta y de nuevo al primer conductor de entrada; y

30

la segunda trayectoria de flujo forma un segundo bucle magnético cerrado que se extiende desde el segundo conductor (108) de entrada a través del miembro (102) de base, las patas primera y cuarta, el miembro (104) superior, las patas segunda y tercera y de nuevo al segundo conductor (108) de entrada;

en el que un eje del primer bucle magnético cerrado se extiende de manera sustancialmente ortogonal a un eje del segundo bucle magnético cerrado.

35

14. Convertidor de potencia de múltiples entradas, aislado, que comprende un componente (100) magnético integrado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores y, además:

- un primer controlador (1102) de entrada acoplado eléctricamente al primer conductor de entrada para suministrar una primera señal de accionamiento al mismo,
- un segundo controlador (1102) de entrada acoplado eléctricamente al segundo conductor de entrada para suministrar una segunda señal de accionamiento al mismo,
- en el que los devanados de inducción de salida de un primer par de patas diagonales están acoplados eléctricamente a un primer circuito (1110) de rectificación de salida,
- en el que los devanados de inducción de salida de un segundo par de patas diagonales están acoplados eléctricamente a un segundo circuito (1114) de rectificación de salida; y

40

45

- en el que los circuitos (1110, 1114) de rectificación de salida primero y segundo están acoplados en paralelo a un nodo o terminal de voltaje de salida de CC.

15. Convertidor de potencia aislado de potencia de múltiples entradas según la reivindicación 14, en el que los

devanados de inducción de salida del primer par de patas diagonales están conectados en serie y los devanados de inducción de salida del segundo par de patas diagonales están conectados en serie.

16. Procedimiento para controlar un voltaje de salida de CC de un convertidor de potencia de múltiples entradas, aislado, según la reivindicación 14 o 15, que comprende las etapas de:

- 5 - generar una primera señal de accionamiento de impulso modulada en anchura que tiene un primer ángulo de fase en el primer conductor de entrada,
- generar una segunda señal de accionamiento de impulso modulada en anchura que tiene un segundo ángulo de fase en el segundo conductor de entrada,
- 10 - ajustar una diferencia de ángulo de fase entre los ángulos de fase primero y segundo para controlar el voltaje de salida de CC.

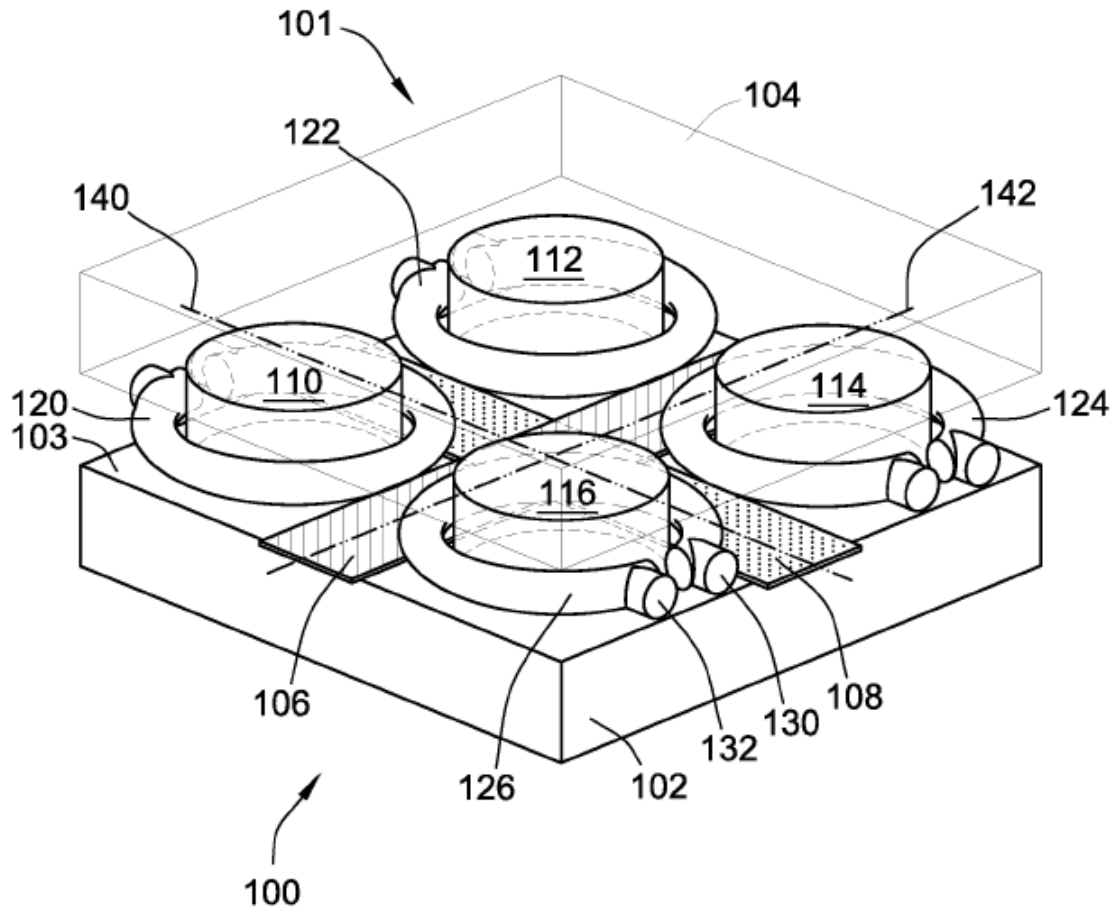
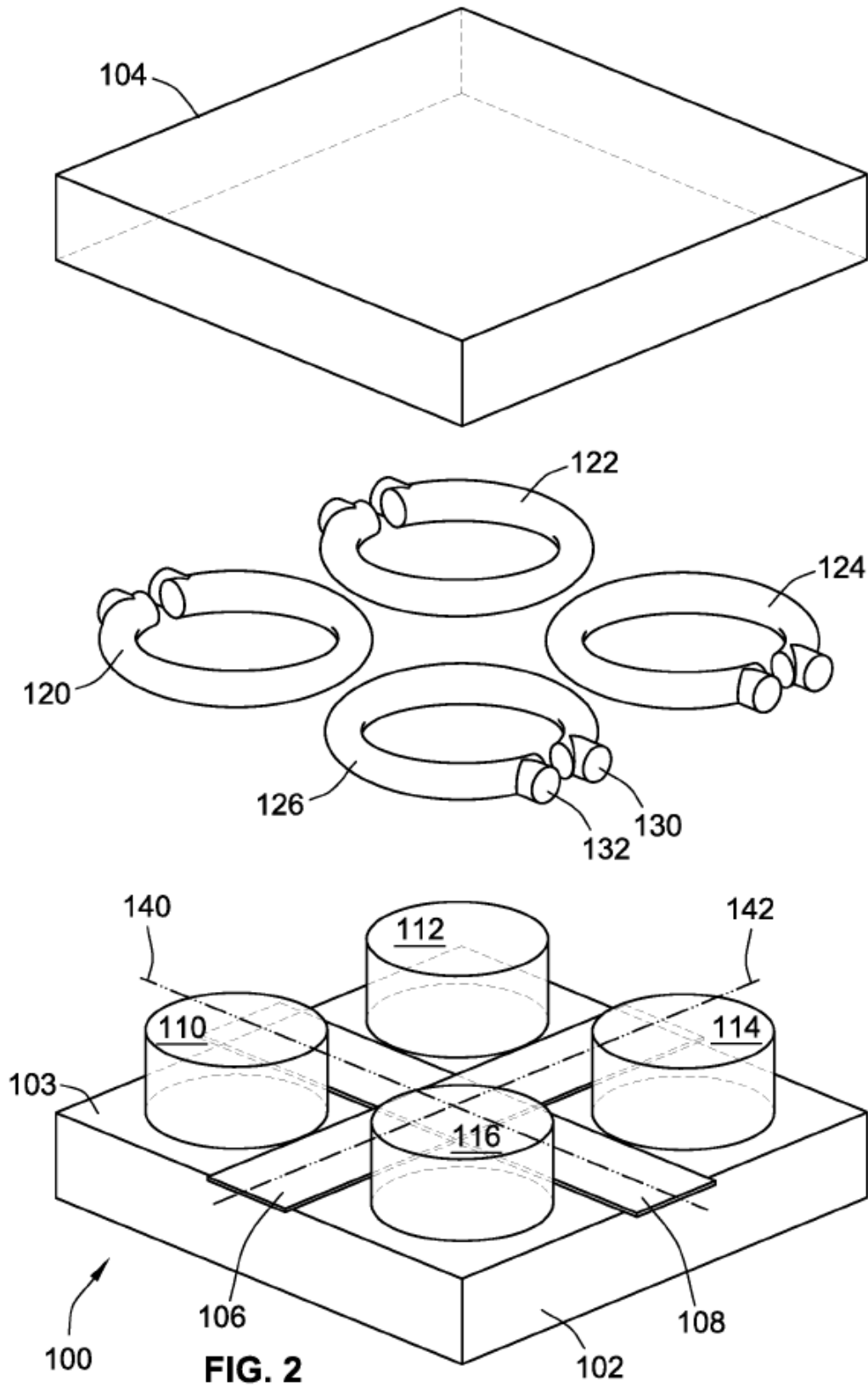


FIG. 1



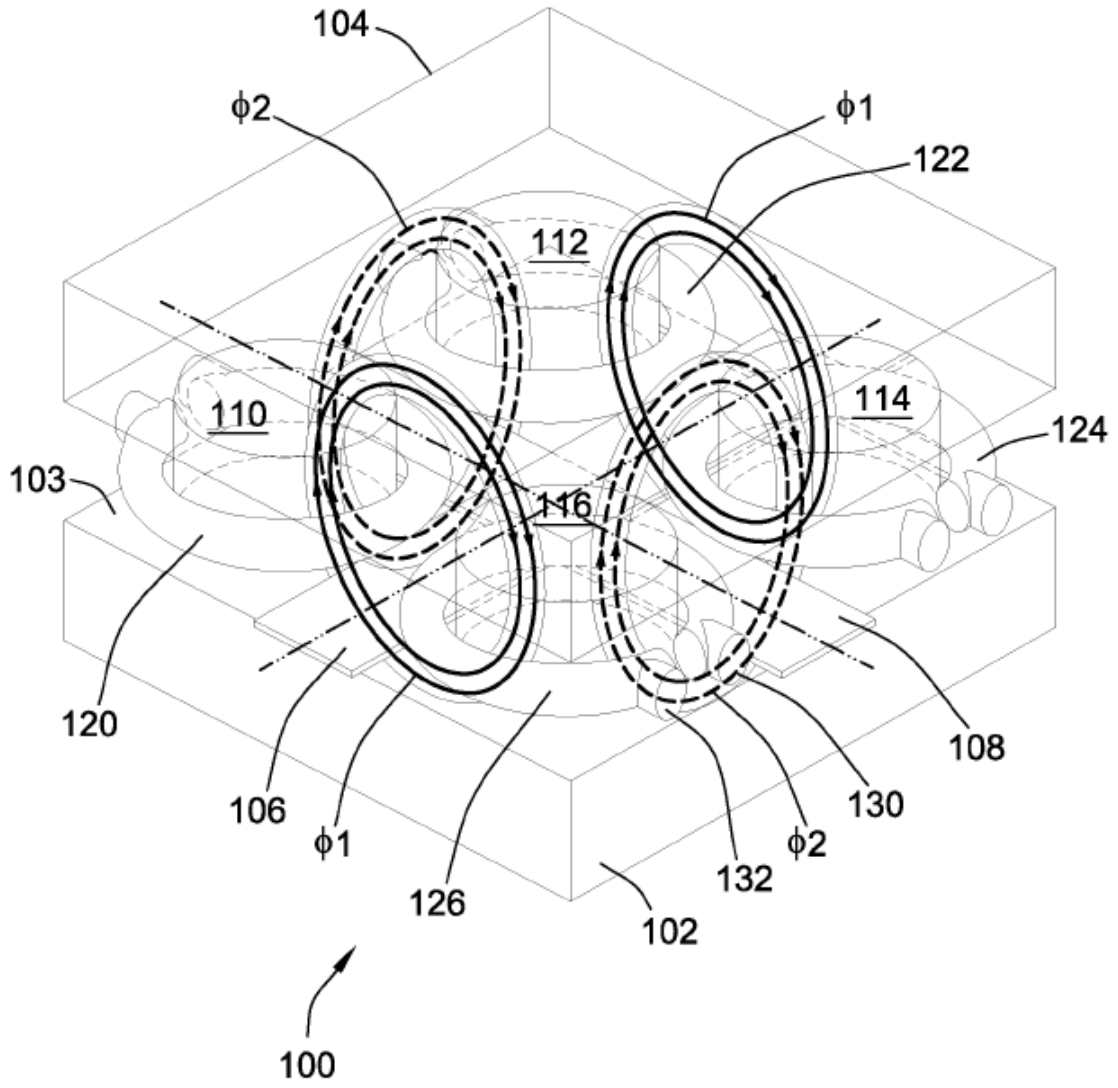


FIG. 3

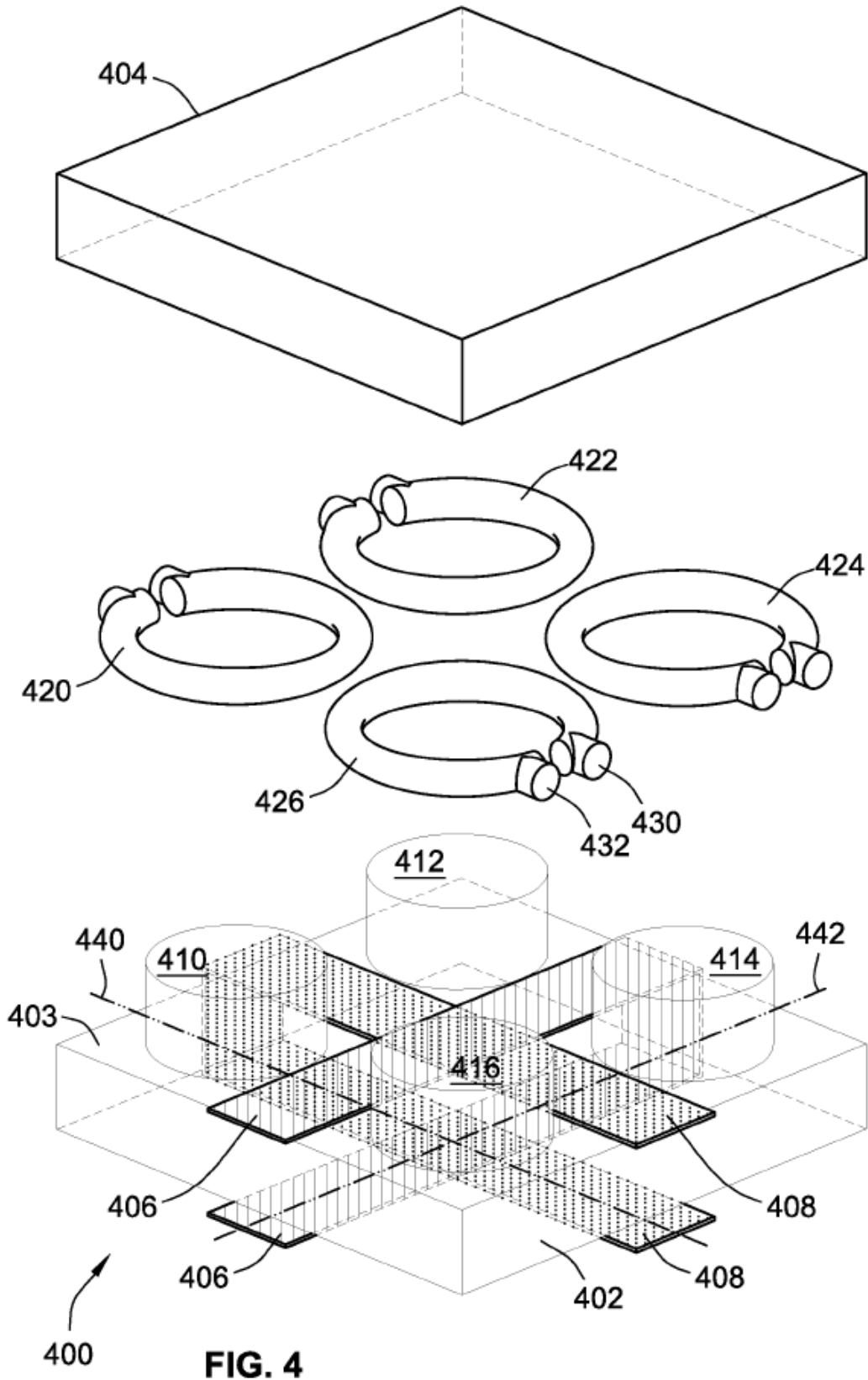
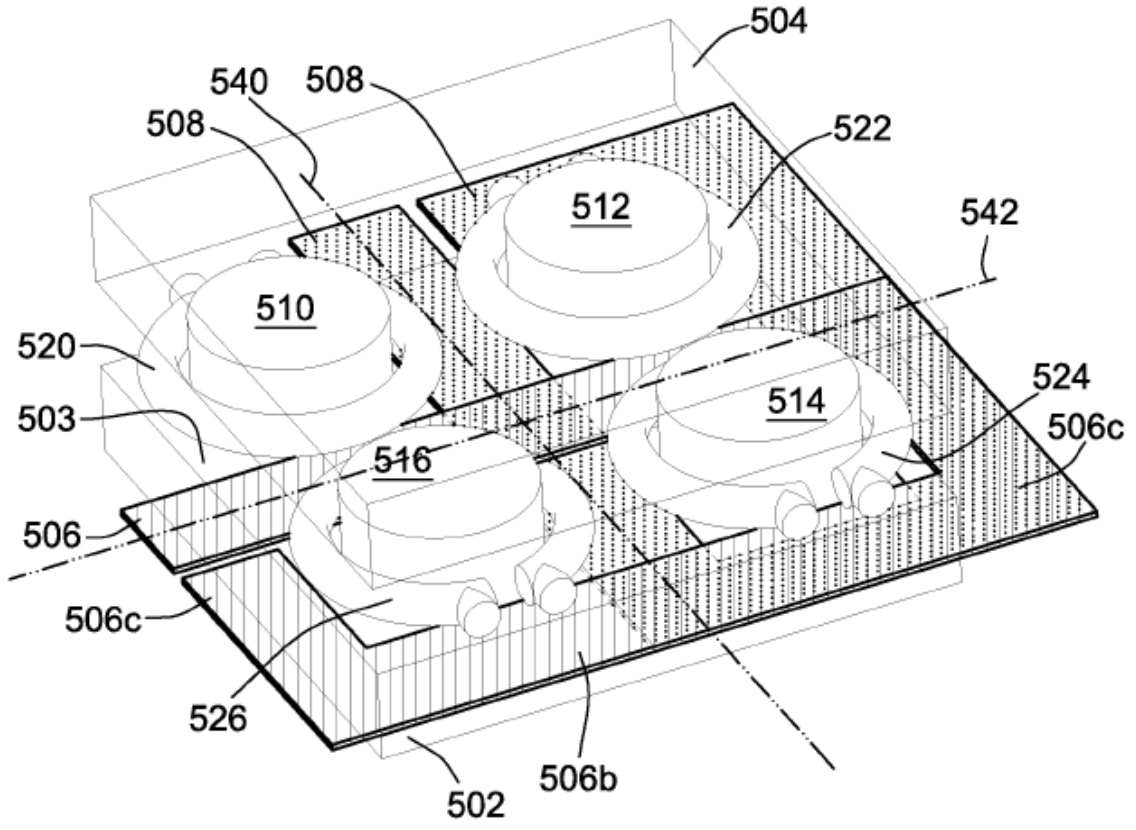
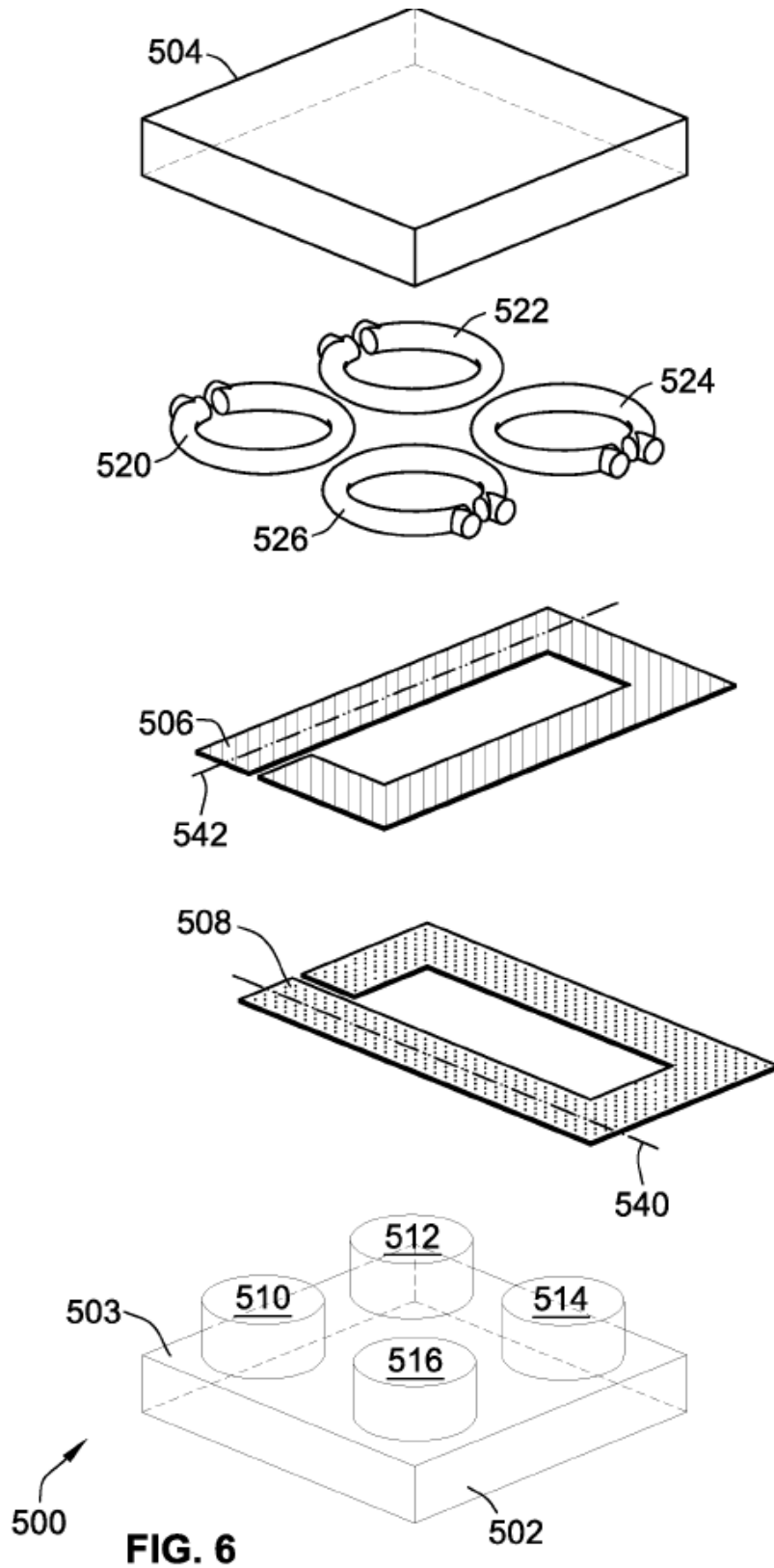


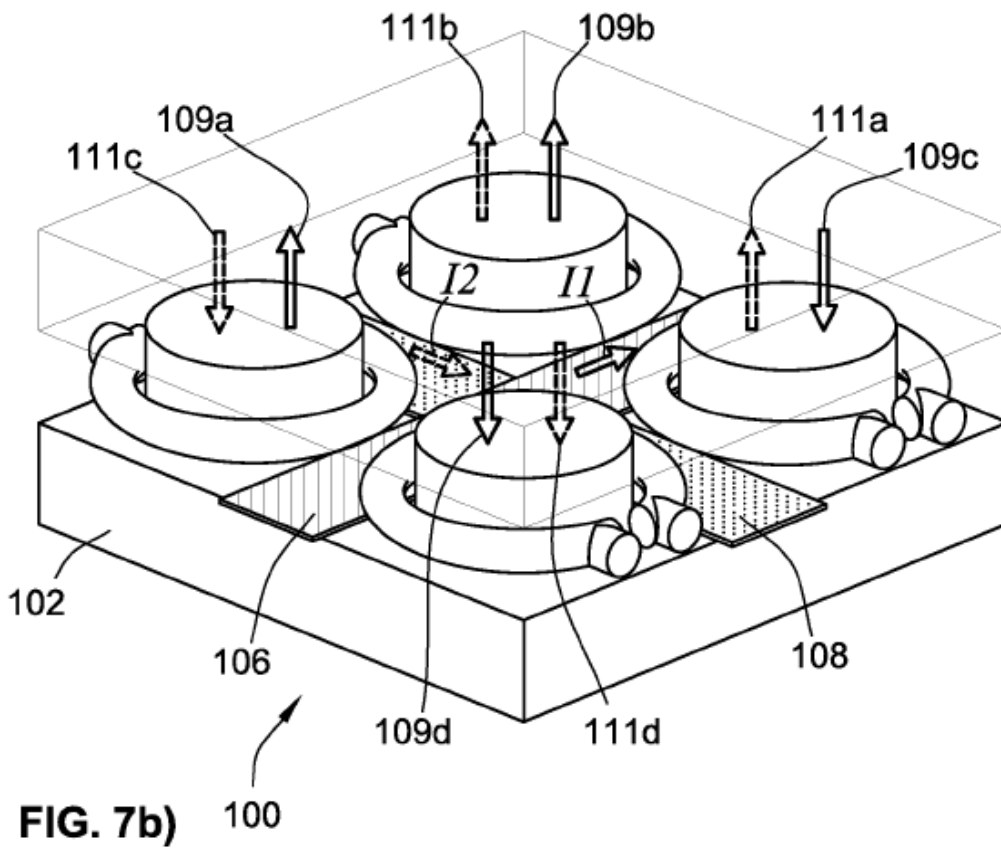
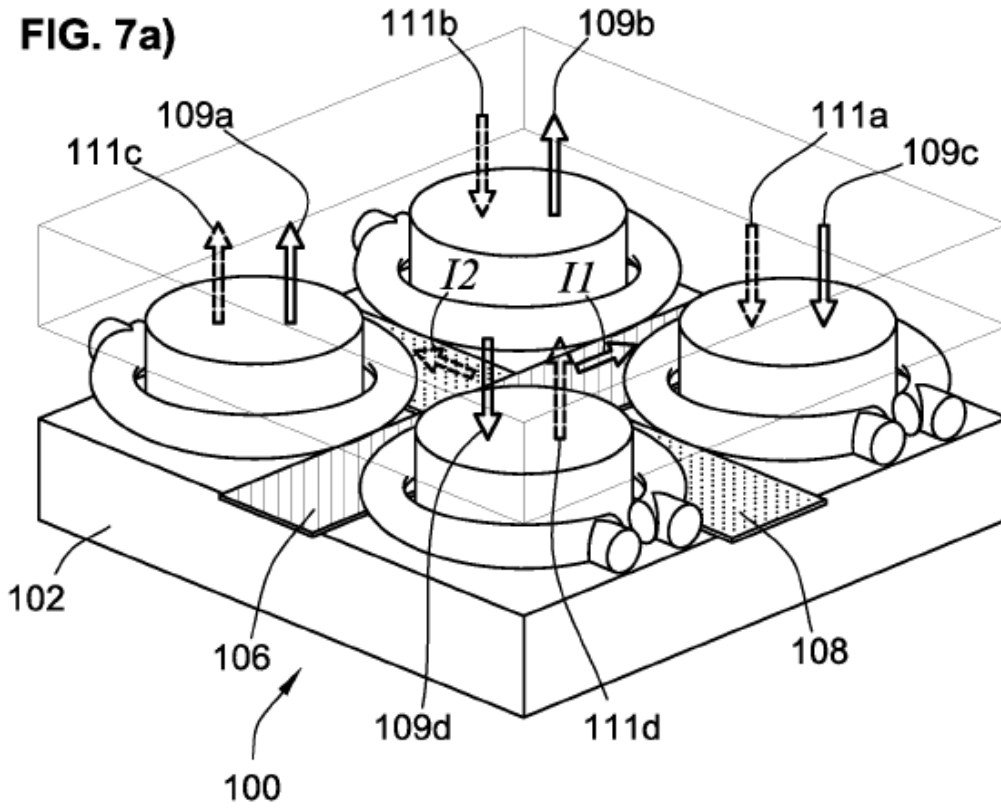
FIG. 4

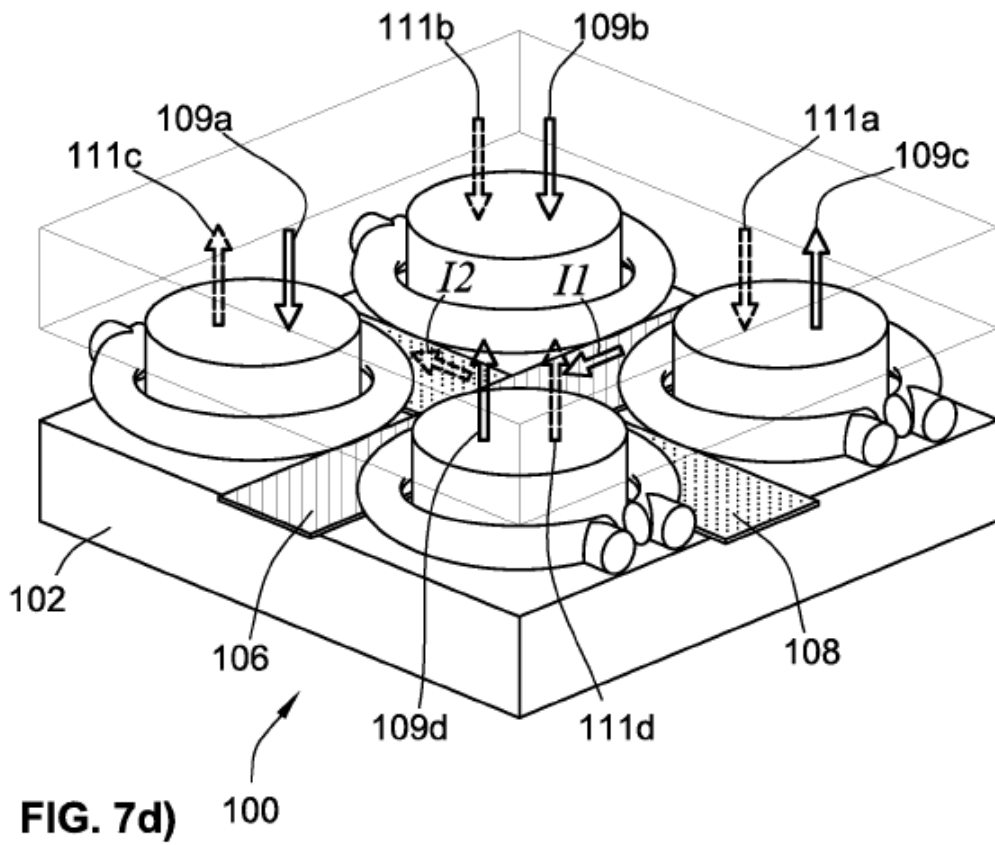
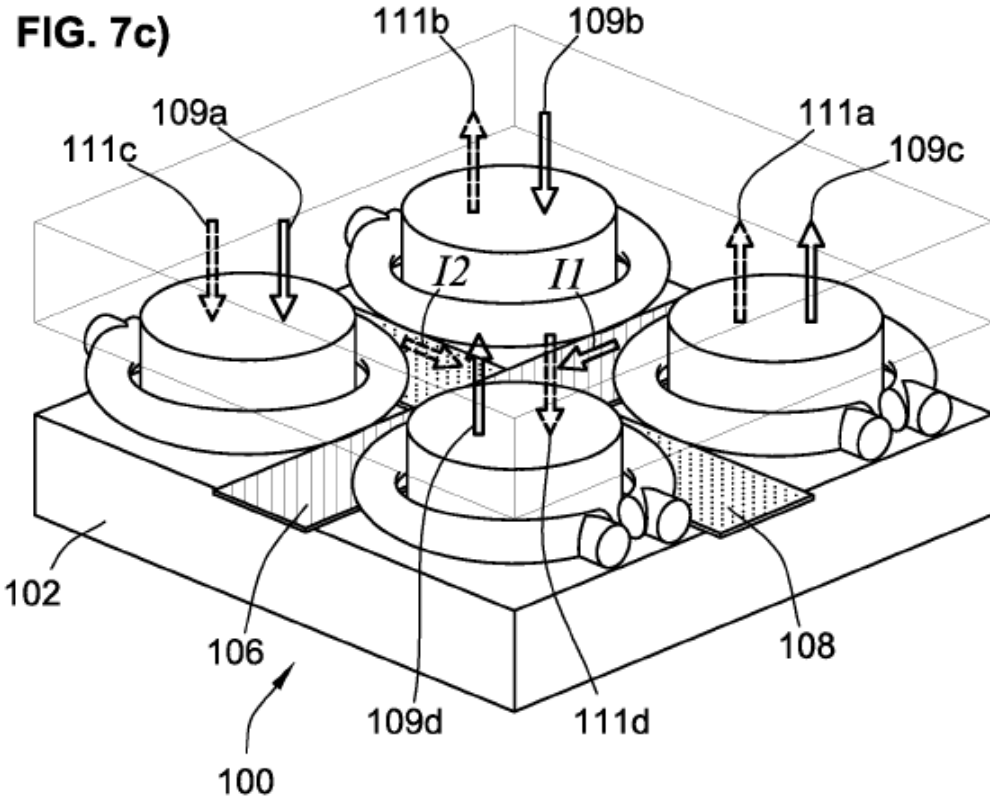


500

FIG. 5







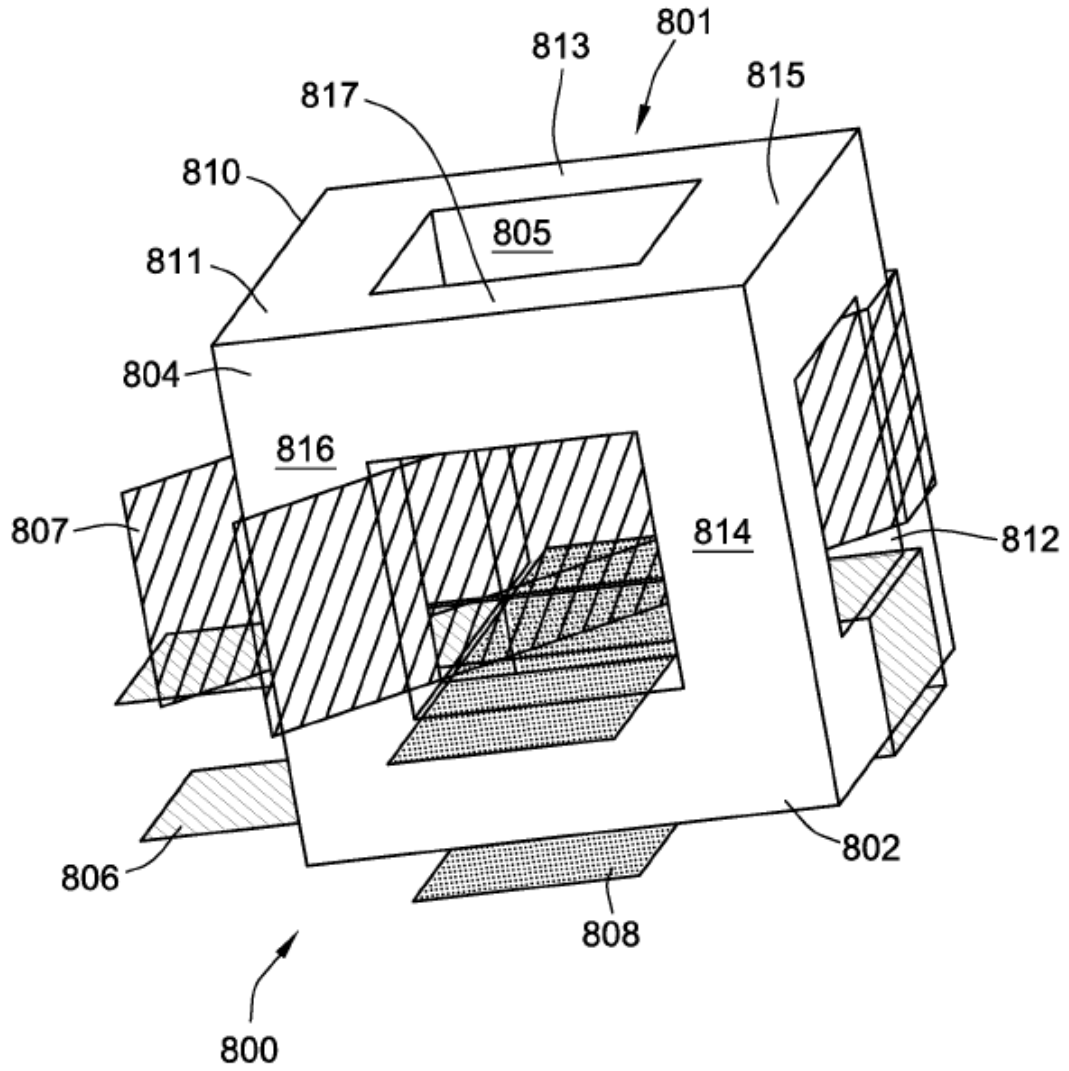


FIG. 8

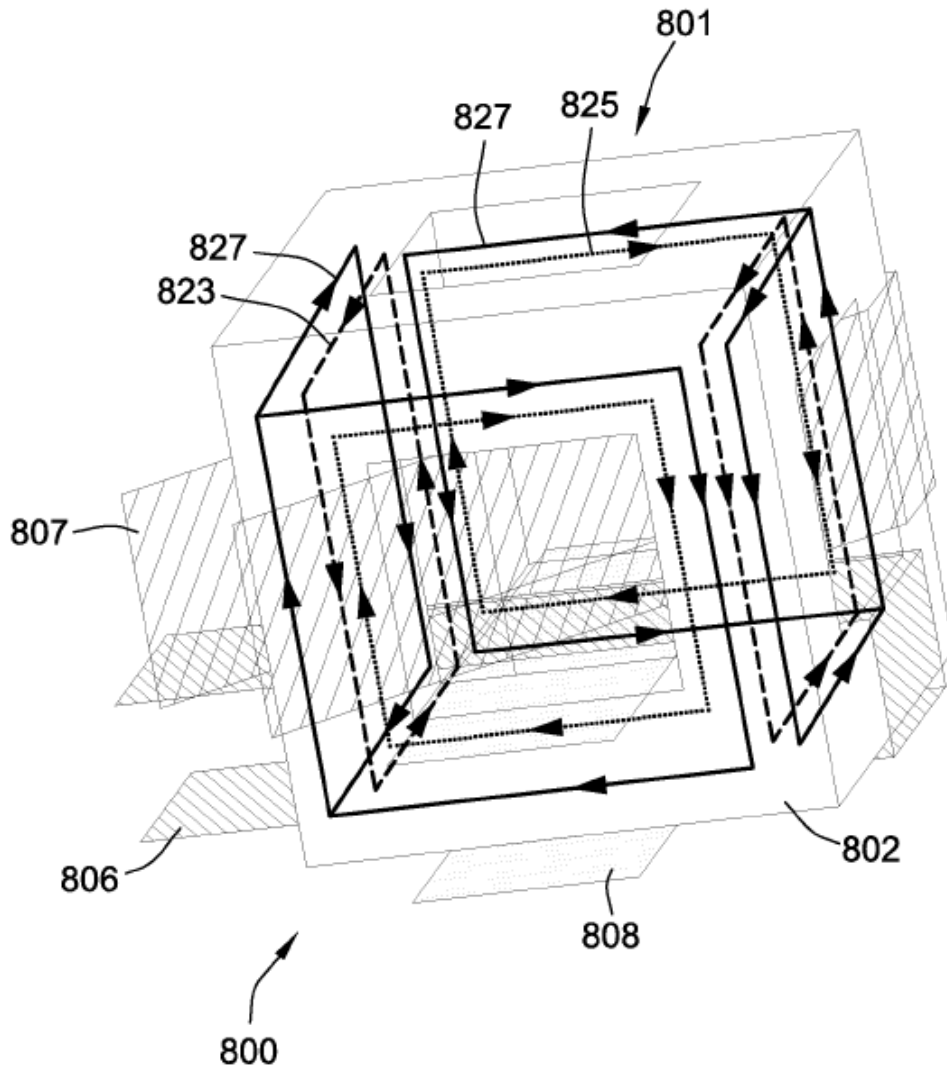


FIG. 9

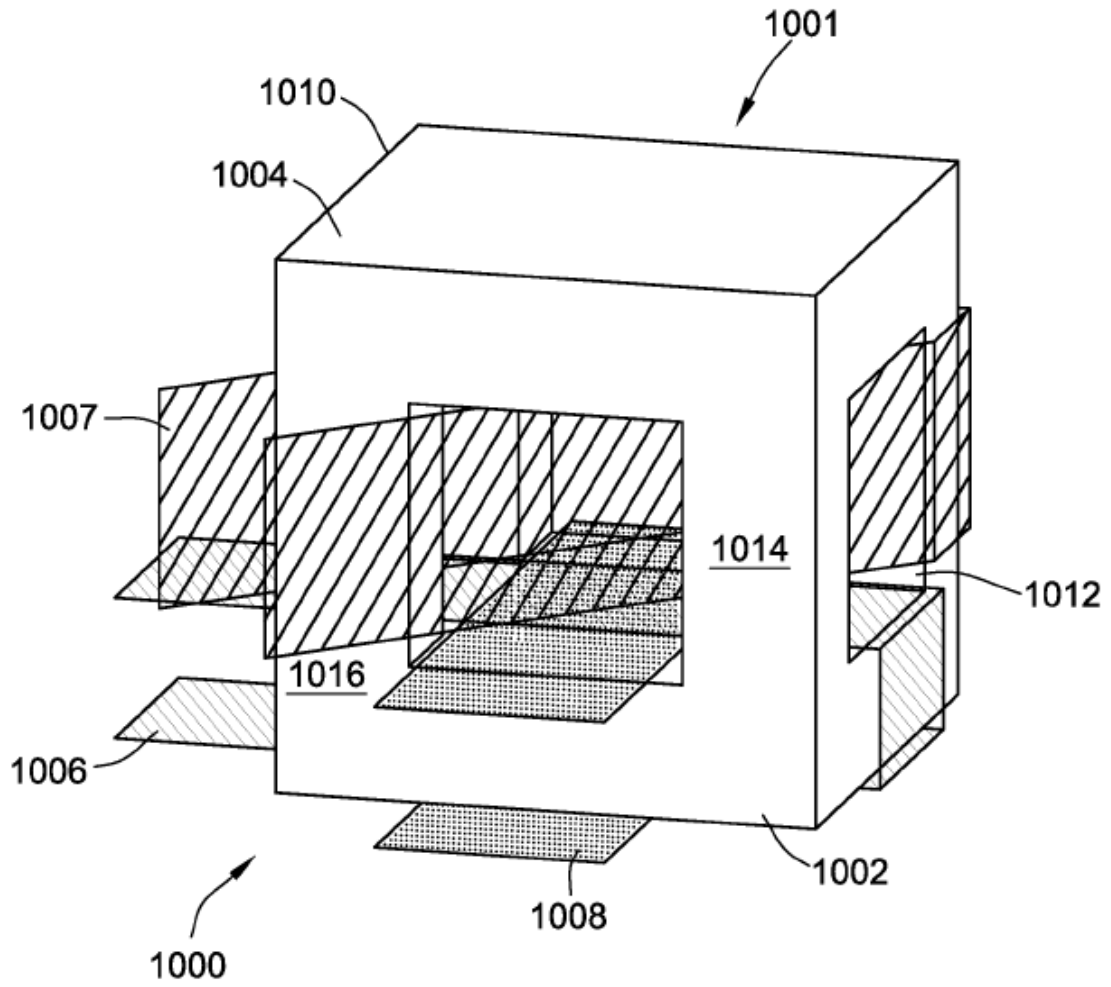


FIG. 10

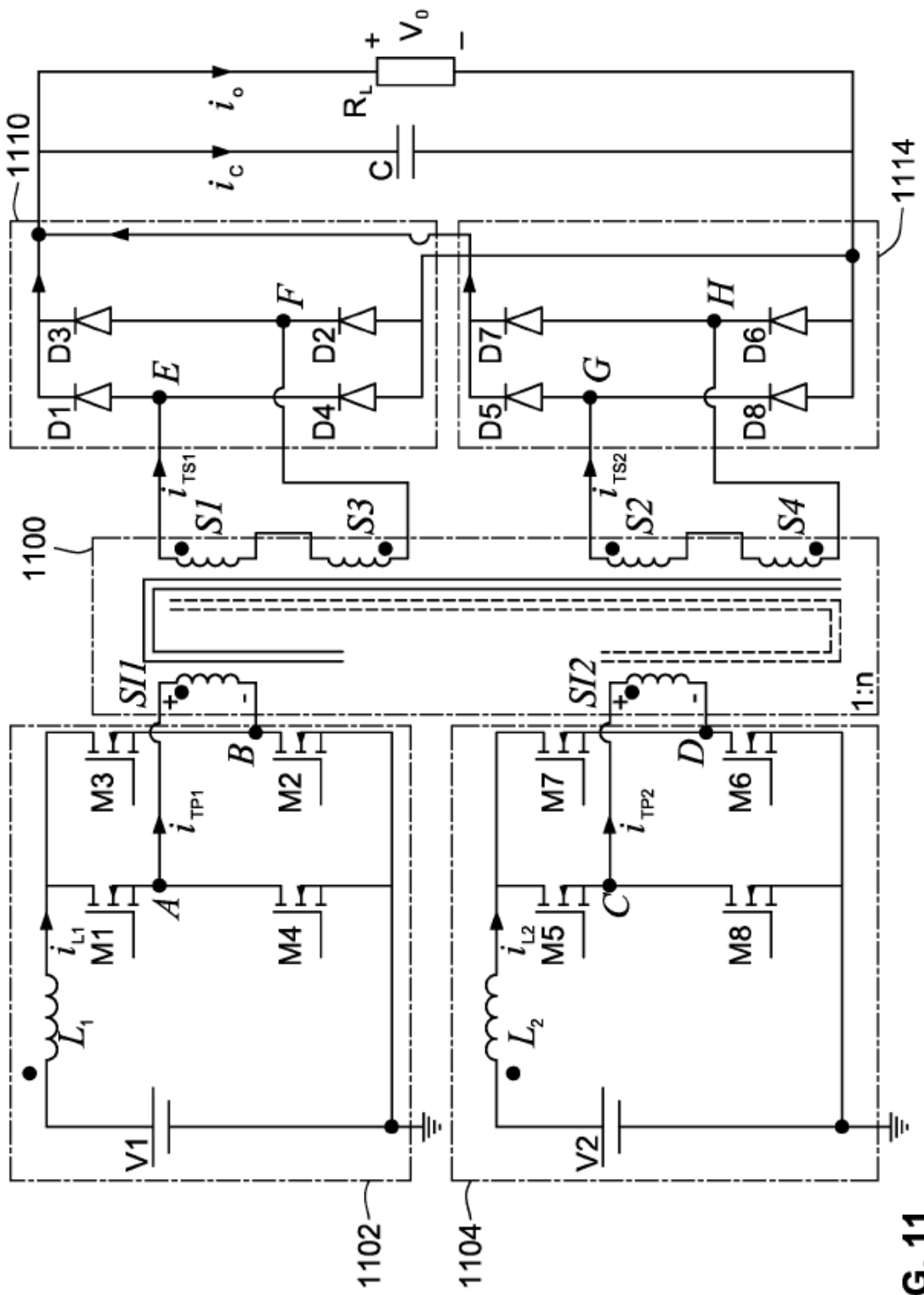


FIG. 11

FIG. 12a)

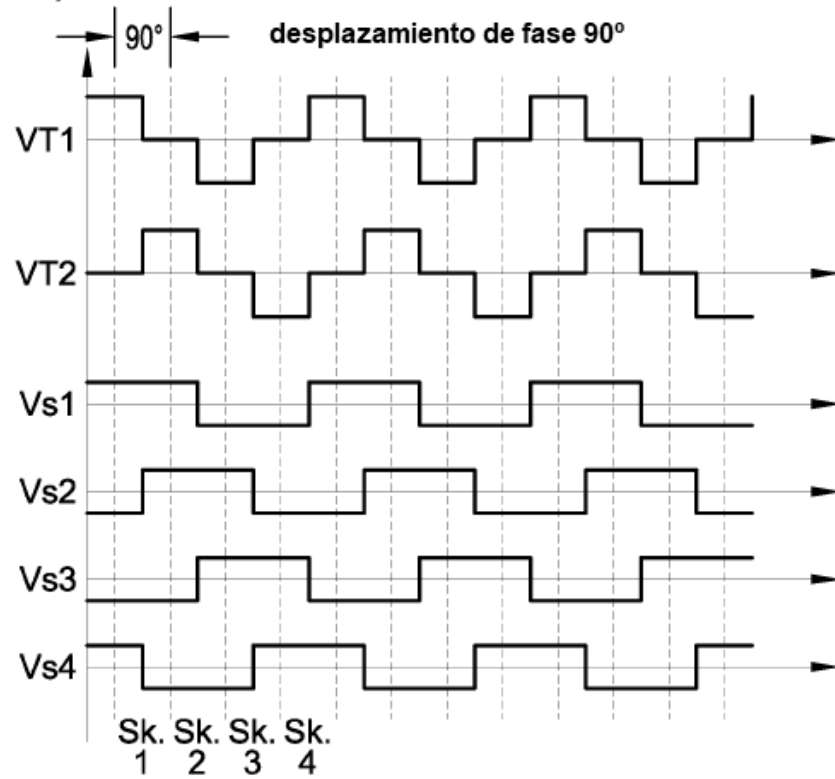


FIG. 12b)

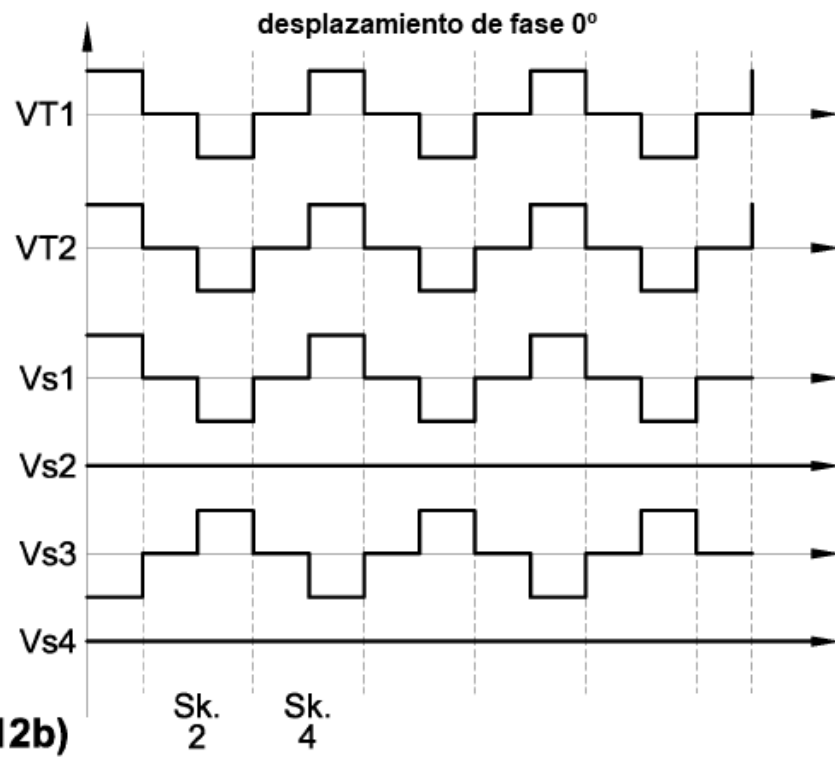


FIG. 13a)

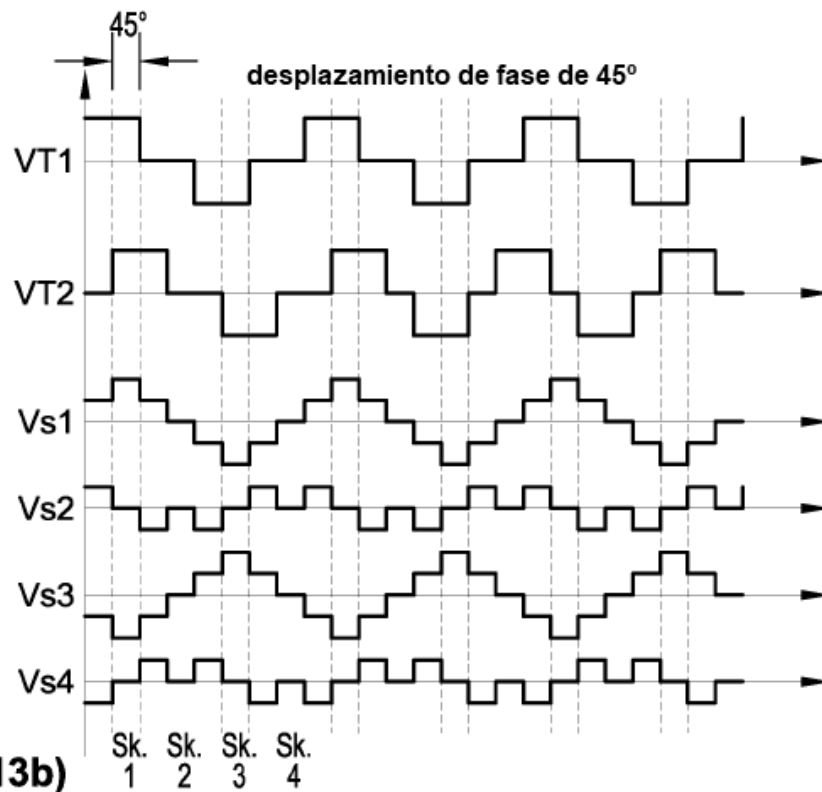
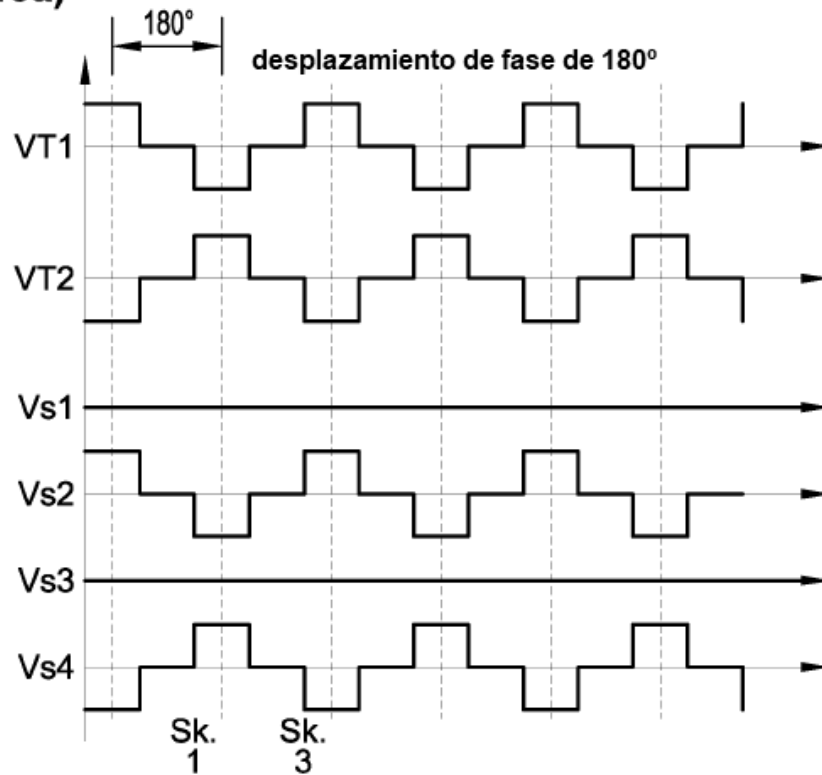


FIG. 13b)