

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 952 276**

51 Int. Cl.:

H02M 1/12 (2006.01)

H01F 27/38 (2006.01)

H02M 7/493 (2007.01)

H02M 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.08.2020 PCT/EP2020/072597**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.02.2021 WO21032558**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.08.2020 E 20764016 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.05.2023 EP 3973624**

54 Título: **Aparato de reactancia inductiva**

30 Prioridad:

20.08.2019 EP 19192527

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

30.10.2023

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Werner-von-Siemens-Straße 1
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**MONDAL, GOPAL y
ROBINSON, JONATHAN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 952 276 T3

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

DESCRIPCIÓN

Aparato de reactancia inductiva

5 La invención se refiere a un aparato de reactancia inductiva para su uso con un convertidor de energía que comprende al menos dos unidades convertidoras que operan de manera paralela, en donde el aparato de reactancia inductiva está configurado para acoplar al menos dos unidades convertidoras con una red eléctrica, ambos proporcionan al menos dos fases de una tensión alterna, el aparato de reactancia inductiva que comprende al menos dos primeros miembros magnéticos, en donde se proporciona uno de los primeros miembros magnéticos para cada una de las al menos dos unidades convertidoras, cada uno de los primeros miembros magnéticos tiene un número de primeros miembros correspondientes al número de fases, cada uno de los primeros miembros magnéticos tiene un primer y un segundo miembro de horquilla, en donde los primeros extremos de los primeros miembros están conectados al primer miembro de horquilla, y los segundos extremos de las primeras extremidades están conectados al segundo miembro de horquilla, y cada una de las primeras extremidades está provista de un primer bobinado respectivo que tiene un primer extremo adaptado para ser conectado con una respectiva de las unidades convertidoras y un segundo extremo configurado para ser acoplado con una de las fases de la red eléctrica respectivas, en donde todos estos primeros bobinados tienen el mismo sentido de bobinado. Además, la invención también se refiere a un convertidor de energía para acoplar una fuente de energía conectada al convertidor de energía con una red eléctrica, tanto del convertidor de energía como de la red eléctrica que proporciona al menos dos fases de una tensión alterna, el convertidor de energía comprende al menos dos unidades convertidoras, cada una de las unidades convertidoras configuradas para proporcionar conversión de potencia con respecto a las dos fases como mínimo, un dispositivo de control para controlar al menos las unidades convertidoras, en donde el dispositivo de control está configurado para operar las unidades convertidoras de manera paralela, y un aparato de reactancia inductiva para conectar las unidades convertidoras a la red eléctrica.

25 Los convertidores de energía, así como los aparatos de reactancia inductiva son bien conocidos en el arte, por lo que no parece necesario indicar documentos específicos relacionados con el arte. Generalmente, los convertidores de energía se utilizan en el campo técnico de la generación o distribución de energía eléctrica. Los convertidores de energía son adecuados para acoplar al menos dos redes de distribución de energía, por ejemplo, una red de CC con una red de CA, o similares. La red de CC puede ser proporcionada por una fuente de energía, como un dispositivo de batería, un módulo fotovoltaico, un generador de viento y/o similares. También puede ser proporcionada por un generador que suministra una tensión alterna que puede tener una o más fases. La red de CA se puede adaptar para proporcionar dos o más fases de una tensión alterna. Por lo tanto, el convertidor de energía puede ser cualquiera de, por ejemplo, un convertidor de CC/CC, como un amplificador, un reductor o similar, un convertidor de CA/CC, como un inversor, un convertidor de CA/CA como un convertidor de frecuencia, o similares.

35 Hoy en día, los convertidores de energía generalmente se forman como convertidores de energía estática id est, que, al contrario de los convertidores de energía dinámica, no tienen ninguna parte móvil, especialmente rotativa, para el propósito de la conversión de energía. Los convertidores de energía estática generalmente se forman como convertidores de energía eléctrica conmutados e incluyen, para el propósito de conversión de energía, al menos una inductividad del convertidor, así como al menos un elemento de conmutación que están conectados entre sí de modo que la conmutación adecuada del elemento de conmutación proporciona la conversión de energía. En el presente caso, cada unidad de convertidor comprende al menos una inductividad de convertidor y al menos un elemento de conmutación.

45 Un elemento de conmutación en esta divulgación se refiere preferiblemente a un elemento de conmutación electrónica controlable, especialmente, un conmutador de semiconductor electrónico controlable proporcionado, por ejemplo, por un transistor operado en un modo de conmutación, un tiristor, circuitos combinados con dichos interruptores semiconductores, preferiblemente con diodos de retorno conectados en paralelo al conmutador del semiconductor, un tiristor de apagado de puerta (GTO), un transistor bipolar de puerta-aislada (IGBT), combinaciones de los mismos o similares. Básicamente, el elemento de conmutación también puede estar formado por al menos un transistor de efecto de campo, especialmente un transistor de efecto de campo de semiconductor-metalóxido (MOSFET).

50 Para la conversión de energía, el elemento de conmutación al menos se acciona en un modo de conmutación. Con respecto al conmutador semiconductor formado por un transistor, esto requiere que, en un estado de encendido, entre las conexiones de los transistores que forman una ruta conmutable, se proporcione una resistencia eléctrica muy baja para que se establezca un flujo de corriente alto a una tensión residual muy pequeña. En un estado apagado, la ruta de conmutación del transistor proporciona una alta resistencia de modo que, cuando la tensión en la ruta de conmutación es muy alta, no se permite sustancialmente ningún flujo de corriente o solo un flujo de corriente muy pequeño, especialmente, despreciable. Aquí se diferencia de un modo lineal de transistores, que generalmente no se utiliza en convertidores de energía conmutados.

60 Por lo tanto, el convertidor de energía permite un acoplamiento eléctrico entre las redes a las que está conectado el convertidor de energía para proporcionar un intercambio de energía entre estas redes. Por ejemplo, si el convertidor de energía está conectado a una red de CC, por un lado, y a una red de CA, por otro lado, el convertidor de energía proporciona una adaptación de voltaje adecuada para que se pueda realizar el acoplamiento de energía. El convertidor de energía está diseñado respectivamente.

65

El convertidor de energía, especialmente sus unidades convertidoras, no solo necesita tener una inductividad de convertidor único y/o un solo elemento de conmutación. Dependiendo de la aplicación, se pueden proporcionar dos o más elementos de conmutación y/o dos o más inductancias del convertidor para cada una de las unidades convertidoras con el fin de proporcionar la conversión de energía requerida.

5

Preferiblemente, los elementos de conmutación se conectan con un dispositivo de control para controlar el funcionamiento de conmutación de los elementos de conmutación con respecto a su estado conmutado. Preferiblemente, la conexión se forma de tal manera que cada uno de los elementos de conmutación se puede controlar individualmente.

10

El dispositivo de control puede ser proporcionado por un circuito electrónico que genera las señales de control respectivas para los elementos de conmutación, de modo que se pueda lograr el modo conmutado deseado del elemento de conmutación respectivo. Los circuitos electrónicos pueden tener componentes electrónicos para generar las señales de control. Además, los circuitos electrónicos también pueden comprender un ordenador para generar las señales de control que es controlado por un programa informático. Especialmente, el dispositivo de control puede consistir en el ordenador solamente. El dispositivo de control puede ser un componente independiente con respecto al convertidor de energía o sus unidades convertidoras. Sin embargo, es preferiblemente integral con el convertidor de energía, especialmente sus unidades convertidoras.

15

20

El dispositivo de control está configurado para controlar los elementos de conmutación con respecto a su estado de conmutación, de modo que el convertidor de energía, especialmente sus unidades convertidoras, proporcione la función de conversión de energía deseada entre las redes de distribución de energía conectadas al convertidor de energía.

25

Además, el dispositivo de control está configurado preferiblemente para controlar la potencia que debe convertir el convertidor de energía, especialmente las unidades convertidoras. El dispositivo de control puede controlar la potencia convertida individualmente para cada una de las unidades convertidoras. Para proporcionar esta funcionalidad de control, el dispositivo de control puede conectarse a uno o más elementos sensores respectivos que permiten determinar, por ejemplo, una tensión respectiva, una corriente respectiva, una energía eléctrica respectiva y/o similares. Al menos un elemento sensor puede ser un componente independiente o puede ser un componente integral del convertidor de energía.

30

Especialmente, si el convertidor de energía está configurado para convertir alta potencia eléctrica, el convertidor de energía generalmente se compone de dos o más unidades convertidoras que se operan de manera paralela. Este diseño tiene algunas ventajas técnicas, ya que es posible reducir las interferencias electromagnéticas y aumentar la eficiencia, especialmente en lo que respecta a un bajo requerimiento de potencia.

35

Los convertidores de energía, que pueden configurarse como convertidores de frecuencia o similares, generalmente se operan en el modo de conmutación. El modo de conmutación se puede basar en la modulación de ancho de pulso (PWM) para permitir la conversión de energía con un alto grado de eficiencia. Tales modos de conmutación son bien conocidos en el arte. Se utilizan preferentemente dos métodos principales para proporcionar PWM, a saber, la modulación de ancho de pulso continuo (CPWM) y la modulación de ancho de pulso discontinuo (DPWM).

40

45

Con el fin de proporcionar la reducción de interferencias, especialmente interferencias en conductores o líneas, respectivamente, el convertidor de energía generalmente comprende el aparato de reactancia inductiva. El aparato de reactancia inductiva generalmente comprende un circuito electrónico compuesto por inductancias y condensadores. Especialmente, es bien conocido para proporcionar un filtro LCL con el aparato de reactancia inductiva. El aparato de reactancia inductiva es adecuado para reducir la distorsión y/o las interferencias causadas por los elementos de conmutación de las unidades convertidoras durante la operación determinada de conversión de energía. La distorsión puede comprender una o más de las frecuencias de conmutación y armónicos causados por las unidades convertidoras.

50

Para reducir o eliminar las interferencias eléctricas, especialmente con respecto a los conductores de las respectivas redes de distribución de energía, el convertidor de energía puede comprender generalmente el aparato de reactancia inductiva. El aparato de reactancia inductiva comprende componentes eléctricos plurales y puede ser un aparato pesado. Como la frecuencia de conmutación del convertidor de energía, especialmente sus unidades convertidoras, es generalmente mucho más alta que una frecuencia del voltaje de la red, especialmente el voltaje alterno, el aparato de reactancia inductiva sirve para reducir las interferencias causadas por esta operación.

55

Además, la operación del convertidor de energía causa una onda de alta frecuencia respectiva en el voltaje alterno deseado que se supone que se reduce por el aparato de reactancia inductiva. Se requieren componentes de filtrado, como las inductancias o inducciones mencionadas anteriormente, respectivamente. Estos componentes suelen ser componentes pesados y costosos.

60

Un aparato de reactancia inductiva respectivo ya está divulgado por US 2017/0229937 A1 relacionado con un estrangulador para la conmutación intercalada. Aunque esta enseñanza ha sido considerada por aquellos expertos en el arte, se desea una mejora adicional. Especialmente, esta enseñanza no considera las interferencias de modo común.

65

Un filtro de modo común en la salida de inversores conectados en paralelo se revela en US2006043922. La conexión de núcleos magnéticos de inductores diferenciales y de modo común se discute en JPH03217008 y US2014125430.

Por lo tanto, es el objeto de la invención, mejorar un aparato de reactancia inductiva, así como un convertidor de energía de tal manera que el tamaño y los costos de tal componente puedan reducirse y/o la eficiencia de reducción de interferencias pueda mejorarse.

Como solución, la invención propone un aparato de reactancia inductiva, así como un convertidor de energía de acuerdo con las reivindicaciones independientes.

Las realizaciones preferibles se pueden derivar de las características de acuerdo con las reclamaciones dependientes.

De acuerdo con un primer aspecto para un aparato de reactancia inductiva genérico, se propone que el aparato de reactancia inductiva comprenda un segundo miembro magnético que tiene un número de segundas extremidades correspondientes al número de fases y un tercer y cuarto miembro de horquilla, donde los primeros extremos de las segundas extremidades están conectados al tercer miembro de horquilla y los segundos extremos de las segundas extremidades están conectados al cuarto miembro de horquilla, donde cada una de las segundas extremidades está provista de al menos un segundo bobinado que tiene un primer extremo conectado con al menos uno de los primeros bobinados respectivos y un segundo extremo configurado para conectarse con una respectiva de las fases de la red eléctrica, para acoplar al menos uno de los primeros bobinados respectivos con una de las fases de la red eléctrica, y en donde los miembros de horquilla están dispuestos de tal manera que los primeros miembros de horquilla están conectados con el tercer miembro de horquilla y los segundos miembros de horquilla están conectados con el cuarto miembro de horquilla.

Con respecto a un segundo aspecto para el aparato de reactancia inductiva genérico, se propone que el aparato de reactancia inductiva comprenda un segundo miembro magnético que tiene un tercer y un cuarto miembro de horquilla, en donde los miembros de horquilla están dispuestos de tal manera que los primeros miembros de horquilla están conectados con el tercer miembro de horquilla y los segundos miembros de horquilla están conectados con el cuarto miembro de horquilla, y el tercero y/o el cuarto miembro de horquilla comprende un bobinado de supresión de modo común.

Con respecto al convertidor de energía se propone que el aparato de reactancia inductiva esté diseñado de acuerdo con el primer o segundo aspecto de la invención.

La invención se basa en la idea de que las interferencias, especialmente en las líneas o conductores, respectivamente, pueden ser interferencias de modo diferencial y/o interferencias de modo común. La generación de tales interferencias está limitada por, por ejemplo, la ley, el estándar y/o similares. Tales condiciones de operación, también conocidas como compatibilidad electromagnética (EMC), son la capacidad de los equipos y sistemas eléctricos de operar en su entorno electromagnético, al limitar la generación, propagación y recepción no deseadas de energía electromagnética que puede causar efectos no deseados, como interferencias electromagnéticas (EMI), o incluso daños físicos en un equipo en funcionamiento. El objetivo de EMC es una operación correcta y sin interrupciones de diferentes equipos en un entorno electromagnético común. En consecuencia, el aparato de reactancia inductiva está dirigido a reducir la emisión de energía electromagnética generada por la operación de las unidades convertidoras. Una determinada norma, que se refiere a EMC, es, por ejemplo, EN 61000. Sin embargo, otras normas pueden ser relevantes para aplicaciones específicas, por ejemplo, EN 50121 para vehículos y dispositivos de cadenas, o similares.

En este sentido, el aparato de reactancia inductiva de la invención está dirigido preferentemente a reducir tanto las interferencias de modo diferencial como las interferencias de modo común. Esto mejora también la enseñanza de US 2017/0229937 A1 que no se ocupa de los diferentes tipos de interferencias, y que su enseñanza parece considerar interferencias de modo no común. Por lo tanto, se piensa en la invención integrar una propiedad de reducción de modo común en un aparato de reactancia inductiva como el conocido de US 2017/0229937 A1. Por lo tanto, el tamaño del aparato de reactancia inductiva y sus costos se pueden reducir.

De acuerdo con la invención, el pensamiento antes mencionado puede ser realizado por el segundo miembro magnético que se proporciona adicionalmente a los primeros miembros magnéticos. Preferiblemente, para cada unidad de convertidor, se proporciona un primer miembro magnético respectivo. Por lo tanto, también preferiblemente, el número de primeros miembros magnéticos corresponde al número de unidades convertidoras. Sin embargo, también puede ser posible tener más de un primer miembro magnético asignado a una específica de las unidades convertidoras. Además, las unidades convertidoras suelen adaptarse a la red eléctrica que suele adaptarse para operar con tensión alterna. En el presente caso, la tensión alterna es proporcionada por al menos dos fases. Sin embargo, una red eléctrica pública común tiene generalmente tres fases, en donde las tres fases se desvían por un ángulo de aproximadamente 120°.

Cada una de las unidades convertidoras está configurada para proporcionar una tensión alterna para cada una de las fases de la red eléctrica. Por lo tanto, cada uno de los primeros miembros magnéticos tiene un número de primeros miembros correspondiente al número de fases. Además, cada uno de los primeros miembros magnéticos tiene un primer y un segundo miembro de horquilla, en donde los primeros extremos de las primeras extremidades están conectados al primer miembro de horquilla, y los segundos extremos de las primeras extremidades están conectados al segundo miembro de horquilla. La conexión se puede proporcionar por contacto o similares. La conexión se puede establecer mediante el uso de un adhesivo o un miembro de sujeción forzando las extremidades y el miembro de horquilla juntos en

una disposición determinada. Las extremidades y los miembros de horquilla están hechos de un material ferromagnético como hierro, níquel, cobalto, una aleación de ellos, o similares. También pueden estar hechos de láminas que contienen uno de los componentes mencionados anteriormente que están aislados entre sí. Por lo tanto, las extremidades y los miembros de horquilla forman un circuito magnético para guiar el flujo magnético.

5 Cada una de las primeras extremidades está provista de un primer bobinado respectivo que tiene un primer extremo adaptado para ser conectado con una respectiva de las unidades convertidoras, es decir, una fase respectiva de la respectiva unidad convertidora. Un segundo extremo del primer bobinado está configurado para acoplarse a una de las fases respectivas de la red eléctrica. Por lo tanto, a través del aparato de reactancia inductiva, cada una de las unidades convertidoras está conectada con cada una de las fases de la red eléctrica. Además, todos estos primeros bobinados tienen el mismo sentido de bobinado. Esto permite una eficiencia adecuada en cuanto a la reducción de interferencias y/o la fabricación de los bobinados y los miembros magnéticos como un módulo para que el aparato de reactancia inductiva pueda ser fácilmente ensamblado proporcionando un número respectivo de primeros miembros magnéticos.

15 Además, el segundo miembro magnético que comprende las segundas extremidades y el tercero y el cuarto miembro de horquilla puede estar hecho del mismo material que las primeras extremidades y el primer y segundo miembro de horquilla de los primeros miembros magnéticos. Sin embargo, dependiendo de la aplicación, el material puede estar desviado. Pero se debe considerar que el material debe ser preferiblemente un material ferromagnético.

20 Los primeros miembros magnéticos se proporcionan preferiblemente para reducir las interferencias de modo diferencial. El segundo miembro magnético se proporciona preferiblemente para reducir las interferencias de modo común.

25 El segundo miembro magnético se acopla al primer miembro magnético conectando los primeros miembros de horquilla con el tercer miembro de horquilla y los segundos miembros de horquilla con el cuarto miembro de horquilla. Por lo tanto, el segundo miembro magnético agrega los circuitos magnéticos proporcionados por los primeros miembros magnéticos de manera que se proporciona un solo circuito magnético general, en donde el segundo miembro magnético acopla los primeros miembros magnéticos. Esto permite un tamaño muy pequeño del aparato de reactancia inductiva para que los costos se puedan reducir y se pueda lograr una alta eficiencia.

30 De acuerdo con el primer aspecto, el segundo miembro magnético tiene un número de segundas extremidades correspondiente al número de fases, en donde los primeros extremos de las segundas extremidades están conectados al tercer miembro de horquilla y los segundos extremos de las segundas extremidades están conectados al cuarto miembro de horquilla. Además, cada una de las segundas extremidades está provista de al menos un segundo bobinado que tiene un primer extremo conectado con al menos uno, preferiblemente todos, de los primeros bobinados respectivos que pertenecen a la misma fase, y un segundo extremo configurado para ser conectado con una respectiva de las fases de la red eléctrica. De esta manera, se puede establecer el acoplamiento de los primeros bobinados respectivos con la respectiva de las fases de la red eléctrica.

35 Por lo tanto, se puede lograr un aparato de reactancia inductiva de acuerdo con el primer aspecto, que se adapta para reducir las interferencias de modo diferencial, así como las interferencias de modo común a un tamaño pequeño y / o pequeños costos.

40 En una realización ejemplar, se propone que el sentido del bobinado de los primeros bobinados es inverso al sentido del bobinado de los segundos bobinados. Especialmente con respecto al primer aspecto, esto permite una buena reducción de las interferencias de modo común de una manera fácil. El número de vueltas de los bobinados puede ser fácilmente resultado de algunos pocos experimentos, cálculos y/o similares. Por lo tanto, el efecto inventivo se puede mejorar aún más.

45 De acuerdo con una realización ejemplar adicional, el segundo miembro magnético tiene una extremidad adicional sin ningún bobinado, la extremidad adicional está conectada con el tercer y cuarto miembro de horquilla, en donde el sentido del bobinado de los primeros bobinados es el mismo que el sentido del bobinado de los segundos bobinados. En esta realización, la extremidad adicional que puede ser del mismo material que las segundas extremidades, permite tener los segundos bobinados en el mismo sentido que los primeros bobinados. Sin embargo, se puede lograr una reducción adecuada de las interferencias de modo común. El efecto del aparato de reactancia inductiva de acuerdo con la invención puede mejorarse aún más.

50 Además, de acuerdo con otra realización ejemplar, se propone que la conexión entre al menos uno de los primeros miembros de horquilla y el tercer miembro de horquilla y/o entre al menos uno de los segundos miembros de horquilla y el cuarto miembro de horquilla comprende un entrehierro. El entrehierro permite adaptar la resistencia magnética de los circuitos magnéticos para que se puedan lograr ciertos efectos mejorando el efecto de reducción con respecto a las interferencias. El entrehierro puede depender del material de las extremidades y los miembros de horquilla y del flujo magnético que deben ser guiados por las extremidades y los miembros de horquilla. Se puede lograr una mejora adicional del efecto con respecto a la reducción de interferencias.

60 De acuerdo con otra realización ejemplar, cada uno de los segundos bobinados comprende un número de porciones de bobinado independientes correspondientes al número de los primeros bobinados de un respectivo de los primeros

miembros magnéticos, en donde cada una de las porciones de bobinado está conectada con al menos uno de los respectivos de los primeros bobinados. Por lo tanto, los segundos bobinados son proporcionados preferiblemente por un número de porciones de bobinado separadas, en donde cada porción de bobinado se asigna a un cierto uno de los primeros bobinados o fases respectivos, respectivamente. Por lo tanto, una porción de bobinado puede estar conectada directamente con uno respectivo de los primeros bobinados. Como las porciones de bobinado pueden pertenecer a diferentes fases, se aíslan preferiblemente entre sí. Las porciones de bobinado tienen preferiblemente el mismo sentido de bobinado con respecto al otro. Las porciones de bobinado de diferentes segundos bobinados que se asignan a una determinada de las fases de la red eléctrica se pueden conectar directamente a la respectiva de las fases de la red eléctrica. Esta construcción mejora una buena reducción de interferencia de modo común.

De acuerdo con una realización ejemplar adicional, para cada uno de los segundos bobinados, el primer extremo de los segundos bobinados está conectado con los segundos extremos de todos los primeros bobinados correspondientes a la misma fase. En este sentido, solo se proporciona un segundo bobinado para cada una de las segundas extremidades. Por lo tanto, el aparato de reactancia inductiva proporciona una conexión respectiva. Esto permite un diseño fácil del aparato que es factible con respecto a la manipulación para la conexión.

Con respecto a otra realización ejemplar, el aparato de reactancia inductiva comprende al menos dos condensadores, en donde se proporciona un condensador para cada una de las fases, en donde un cierto de los al menos dos condensadores está conectado al primer extremo del segundo bobinado respectivo. Esto permite proporcionar un filtro LCL por el aparato de reactancia inductiva de modo que no se necesitan más componentes para realizar la función deseada. Preferiblemente, los condensadores se pueden integrar en el aparato de reactancia inductiva. Además, para cada una de las fases de la red eléctrica, se puede proporcionar al menos un condensador. La conexión de los condensadores y los bobinados puede ser interna del aparato de reactancia inductiva.

En otra realización ejemplar, el tercer y/o cuarto miembro de horquilla comprende un bobinado de supresión de modo común. Con el bobinado de supresión de modo común, es posible mejorar el efecto de reducir las interferencias de modo común. El bobinado de supresión de modo común se puede proporcionar fácilmente en un determinado miembro de la tercera y/o cuarta horquilla. El bobinado de supresión de modo común puede integrarse preferiblemente en una línea neutral entre la red eléctrica y el convertidor de energía. Sin embargo, también puede ser proporcionada por bobinados para cada una de las fases de la red eléctrica que están separados entre sí y, preferiblemente, están aislados entre sí. Se puede proporcionar al menos un bobinado para cada una de las fases.

De acuerdo con el segundo aspecto de la invención, no es necesario proporcionar segundos bobinados. Para este aspecto, solo es necesario tener un bobinado de supresión de modo común para tener una reducción con respecto a las interferencias de modo común. Sin embargo, este aspecto se puede combinar con el primer aspecto.

Este es un diseño muy fácil y sencillo que permite un tamaño pequeño y costos reducidos. Además, con respecto al segundo aspecto, de acuerdo con una realización ejemplar, el segundo miembro magnético tiene un número de segundas extremidades correspondientes al número de fases, en donde los primeros extremos de las segundas extremidades están conectados al tercer miembro de horquilla y los segundos extremos de las segundas extremidades están conectados al cuarto miembro de horquilla, en donde cada una de las segundas extremidades está provista de al menos un segundo bobinado que tiene un primer extremo conectado con al menos uno de los primeros bobinados respectivos y un segundo extremo configurado para conectarse con una respectiva de las fases de la red eléctrica, para acoplar al menos uno de los primeros bobinados respectivos con una de las fases de la red eléctrica. Los efectos y el diseño corresponden al diseño y los efectos ya discutidos con respecto al primer aspecto, por lo que se refiere aquí.

En una realización ejemplar adicional, al menos una de las primeras extremidades está provista de un entrehierro. Esto permite diseñar los circuitos magnéticos, especialmente en lo que respecta a la reducción de interferencias de modo diferencial. En este sentido, también se pueden considerar las características magnéticas, así como el flujo magnético guiado por las primeras extremidades para diseñar el entrehierro. Se puede lograr una mejora adicional de la función del aparato de reactancia inductiva.

Además, de acuerdo con otra realización ejemplar, al menos uno de los miembros del tercer y cuarto miembro de horquilla está provisto de un entrehierro. Preferiblemente, el entrehierro se proporciona en una o ambas conexiones del tercer y cuarto miembro de horquilla con el primer y segundo miembro de horquilla. Esto permite diseñar el acoplamiento magnético entre el primer y el segundo miembro magnético. El aparato de reactancia inductiva se puede mejorar aún más. El entrehierro se puede realizar como se discutió anteriormente.

Otra realización ejemplar propone que se proporciona un alojamiento configurado para incluir los miembros magnéticos y al menos un condensador. Por lo tanto, se puede lograr un componente integral que puede ser manejado fácilmente por aquellos expertos en el arte. Además, el alojamiento permite asegurar los componentes contra impactos mecánicos y/o atmosféricos externos.

Con respecto al convertidor de energía, de acuerdo con una realización ejemplar adicional, el dispositivo de control está configurado para operar las unidades convertidoras de manera paralela intercalada. La operación de la forma paralela intercalada permite reducir una corriente de ondulación para reducir las interferencias. Además, con la operación

intercalada de las unidades convertidoras, el aparato de reactancia inductiva se puede adaptar fácilmente para proporcionar una reducción adecuada de las interferencias emitidas por las unidades convertidoras. Especialmente en lo que respecta a la operación intercalada de las unidades convertidoras, se puede lograr un aparato de reactancia inductiva simple y fácil para reducir el tamaño y los costos.

5 La enseñanza de la presente invención puede ser fácilmente entendida y al menos algunos detalles específicos adicionales aparecerán considerando la siguiente descripción detallada de alguna realización ejemplar en conjunto con los dibujos que la acompañan. En los dibujos, los mismos caracteres de referencia corresponden a los mismos componentes y funciones. En los dibujos, se muestra:

10 La FIG. 1 es un diagrama esquemático de bloques de una estructura de una red de CC y una red eléctrica de 3 fases acoplada por un convertidor de energía que tiene un aparato de reactancia inductiva;

La FIG. 2 es una vista esquemáticamente en perspectiva tridimensional del aparato de reactancia inductiva de acuerdo con la FIG. 1;

15 La FIG. 3 es un circuito esquemático del convertidor de energía que tiene dos unidades convertidoras de acuerdo con un primer diseño;

La FIG. 4 es un circuito esquemático como la FIG. 3 de acuerdo con un segundo diseño;

La FIG. 5 es un diseño esquemático tridimensional de un aparato de reactancia inductiva que tiene un ICT;

La FIG. 6 es una vista esquemática transversal del ICT de acuerdo con la FIG. 5;

20 La FIG. 7 es una vista esquemática tridimensional de acuerdo con la FIG. 5 de un aparato de reactancia inductiva que tiene un IICT;

La FIG. 8 es una vista esquemática transversal del IICT de acuerdo con la FIG. 7;

La FIG. 9 es un diagrama de bloques esquemático de acuerdo con la FIG. 1, en donde el convertidor de energía tiene tres unidades convertidoras;

25 La FIG. 10 es un diagrama de bloques esquemático similar a la FIG. 9, en donde el aparato de reactancia inductiva se proporciona como una sola unidad integral;

La FIG. 11 es una vista esquemática lateral de un segundo miembro magnético del aparato de reactancia inductiva de acuerdo con la FIG. 10;

30 La FIG. 12 es una vista esquemática lateral del primer miembro magnético del aparato de reactancia inductiva de acuerdo con la FIG. 10;

La FIG. 13 es una vista esquemática en perspectiva de un aparato de reactancia inductiva sin supresión de modo común;

La FIG. 14 es una vista esquemática de perspectiva de acuerdo con la FIG. 13, en donde se agrega un elemento de supresión de modo común;

35 La FIG. 15 es una vista esquemática en perspectiva de acuerdo con la FIG. 14, en donde se muestran las conexiones a las unidades convertidoras y a la red, así como dos condensadores para un convertidor de energía que tiene dos unidades convertidoras;

La FIG. 16 es una vista esquemática en perspectiva similar a la FIG. 15 para un convertidor de energía que tiene tres unidades convertidoras;

La FIG. 17 es una vista esquemática en perspectiva de acuerdo con la FIG. 15 que muestra los acoplamientos magnéticos;

40 La FIG. 18 es un diagrama esquemático de tensiones de las tres fases de la red eléctrica resultante de un aparato de reactancia inductiva de acuerdo con la FIG. 11, 12;

La FIG. 19 es un diagrama esquemático de los armónicos de las tensiones de acuerdo con la FIG. 18;

La FIG. 20 es un diagrama esquemático de acuerdo con la FIG. 16 producido por un aparato de reactancia inductiva de acuerdo con la FIG. 11, 13;

45 La FIG. 21 es un diagrama esquemático similar a FIG. 19 para las condiciones de acuerdo con la FIG. 20;

La FIG. 22 es un diagrama esquemático de tensiones de acuerdo con la FIG. 20 para un aparato de reactancia inductiva de acuerdo con la FIG. 14;

La FIG. 23 es un diagrama esquemático similar a las FIG. 19 y 21 para las condiciones de acuerdo con la FIG. 22;

50 La FIG. 24 es una vista esquemática en perspectiva de un aparato de reactancia inductiva que tiene un bobinado de modo común adicional basado en el diseño de acuerdo con la FIG. 15; y

La FIG. 25 es una vista esquemática en perspectiva de un aparato de reactancia inductiva de acuerdo con la FIG. 13 que tiene un bobinado de modo común adicional.

55 En la FIG., los mismos caracteres de referencia corresponden a los mismos componentes o a las mismas funciones, respectivamente.

La FIG. 1 muestra un diagrama de bloques esquemático de una red de CC 40 y una red eléctrica 20 acoplada eléctricamente por un convertidor de energía 12, que comprende tres unidades convertidoras 14, 16, 18 (FIG. 9), que están conectados a la red eléctrica 20 a través de un filtro LCL 10 como un aparato de reactancia inductiva.

60 Cada una de las unidades convertidoras 14, 16, 18 está provista por un inversor trifásico que está conectado a la red CC 40 como fuente de energía, por un lado, con el fin de suministrar energía eléctrica a la red eléctrica 20. Por otro lado, las tres unidades convertidoras 14, 16, 18 están conectadas con cada una de las fases de la red eléctrica 20.

65 Para ello, cada una de las unidades convertidoras 14, 16, 18 proporciona tres fases de la red eléctrica 20. Por lo tanto, las unidades convertidoras 14, 16, 18 se accionan en paralelo. Para este fin, la unidad de convertidor 14, 16, 18 se

controlan mediante un dispositivo de control 70 que está cerrado por el convertidor de energía 12. Aunque se describe la conversión de energía de la red de CC 40 a la red eléctrica 20, es posible una transferencia de potencia bidireccional de modo que se pueda proporcionar la dirección de energía opuesta de manera que la energía eléctrica se suministre desde la red eléctrica 20 a la red de CC 40. Sin embargo, para los fines de la invención, la dirección del flujo de energía no es relevante.

La FIG. 1, 9 muestran la estructura del aparato de reactancia inductiva 10, es decir, inductividades L_c que tienen un primer extremo conectado a una determinada salida de fase de una determinada de las unidades convertidoras 14, 16, 18, y un segundo extremo, en donde los segundos extremos relacionados con una cierta de las fases de la red eléctrica 20 están conectados entre sí con el fin de formar los nodos 84, 86, 88. Cada uno de los nodos 84, 86, 88 está conectado a un primer extremo de uno de los tres condensadores 58, en donde los segundos extremos de los condensadores 58 están conectados entre sí. Los nodos 84, 86, 88 mencionados anteriormente están conectados a los primeros extremos de las inductividades L_g , en donde los segundos extremos de las inductividades L_g están conectados a las fases respectivas de la red eléctrica 20.

La FIG. 3 muestra en una realización ejemplar dos unidades convertidoras 14, 16 del convertidor de energía 12 como se discutió anteriormente en un primer diseño. La FIG. 4 muestra un segundo diseño basado en el circuito de acuerdo con la FIG. 4. Como se puede ver en las FIG. 3 y la FIG. 4, el filtro LCL 10 de la FIG. 4 difiere del filtro LCL 10 de acuerdo con la FIG. 3 por transformadores intercelulares adicionales (ICT) que reducen los flujos de corriente entre las diferentes unidades convertidoras 14, 16, 18.

La FIG. 5 muestra una vista de perspectiva respectiva de un diseño del filtro LCL 10 de acuerdo con la FIG. 3, en donde la FIG. 7 muestra una vista de perspectiva esquemática respectiva del filtro LCL 10 de acuerdo con la FIG. 4.

El filtro LCL 10 de acuerdo con la FIG. 5 comprende el ICT que se muestra en una vista transversal en la FIG. 6. Como se puede ver en la FIG. 6, se proporciona un transformador que comprende un núcleo magnético 72, que se compone de dos partes que tienen una forma general de U y forman entrehierros 66 en superficies opuestas de las porciones en forma de U del núcleo magnético 78. Sobre los entrehierros 66, los bobinados 74, 76 se proporcionan correspondientes a los circuitos de acuerdo con la FIG. 4. En la FIG. 6, los entrehierros 66 tienen sustancialmente el mismo tamaño. Sin embargo, en diferentes aplicaciones, los entrehierros 66 pueden diferir entre sí.

La FIG. 8 muestra una vista esquemática transversal del IICT de acuerdo con la FIG. 7. Como se puede ver en la FIG. 8, el IICT se basa en las ICT de acuerdo con la FIG. 6, pero tiene un núcleo magnético 78 formado por dos componentes de núcleo en forma de E que están dispuestos opuestos entre sí. Entre las superficies opuestas, se proporcionan entrehierros 66. El núcleo magnético 78 proporciona una extremidad interna 80 así como dos extremidades externas 82. Las extremidades exteriores 82 están provistas de bobinados 74, 76 de acuerdo con la FIG. 8. La extremidad interior 80 no está provista de ningún bobinado. El diseño del IICT de acuerdo con la FIG. 8 permite evitar la inductividad L_c de acuerdo con la FIG. 4.

La FIG. 10 muestra un diagrama de bloques esquemáticos de acuerdo con la FIG. 9, en donde el aparato de reactancia inductiva 10 ahora está provisto por un solo componente. La FIG. 2 muestra un diseño tridimensional respectivo del aparato de reactancia inductiva 10 de acuerdo con la FIG. 10.

Como se puede ver en la FIG. 2, el aparato de reactancia inductiva comprende tres primeros miembros magnéticos 22, 24, 26, en donde cada uno de los primeros miembros magnéticos 22, 24, 26 se proporciona para cada una de las tres unidades convertidoras 14, 16, 18. Cada uno de los primeros miembros magnéticos 22, 24, 26 tiene un número de primeras extremidades 28, 30, 32 que corresponden al número de fases de la red eléctrica 20, que tiene un voltaje alternado trifásico. Cada uno de los primeros miembros magnéticos 22, 24, 26 tiene un primer y un segundo miembro de horquilla 34, 36. Los primeros extremos de las primeras extremidades 28, 30, 32 están conectados al primer miembro de horquilla 34, y los segundos extremos de las primeras extremidades 28, 30, 32 están conectados al segundo miembro de horquilla 36 (FIG. 12).

Además, cada una de las primeras extremidades 28, 30, 32 está provista de un respectivo primer bobinado 38. Cada primer bobinado 38 tiene un primer extremo adaptado para conectarse con una respectiva de las unidades convertidoras 14, 16, 18, es decir, una salida de fase respectiva de las unidades convertidoras 14, 16, 18. Un segundo extremo del primer bobinado respectivo está configurado para ser acoplado con una respectiva de las fases de la red eléctrica 20, que se detallará a continuación. Todos estos primeros bobinados 38 tienen el mismo sentido de bobinado y también el mismo número de vueltas.

En el presente caso los segundos extremos de los primeros bobinados 38 que se asignan a la misma fase de la red eléctrica 20, están conectados entre sí formando las respectivas notas 84, 86, 88. Las notas 84, 86, 88 no se muestran en la FIG. 2, pero pueden derivarse de, por ejemplo, la FIG. 10.

El aparato de reactancia inductiva 10 comprende un segundo miembro magnético 42 (FIG. 2, 11) que tiene tres miembros 44, 46, 48 correspondientes al número de fases de la red eléctrica 20. Además, el segundo miembro magnético 42 comprende un tercer y un cuarto miembro de horquilla 50, 52. Los primeros extremos de las segundas extremidades 44,

46, 48 están conectados al tercer miembro de horquilla 50 y los segundos extremos de las segundas extremidades 44, 46, 48 están conectados al cuarto miembro de horquilla 52.

5 Cada una de las segundas extremidades 44, 46, 48 está provista de al menos un segundo bobinado 54 que tiene un primer extremo conectado con uno de los primeros bobinados respectivos al estar conectado con uno de los respectivos nodos 84, 86, 88. Un segundo extremo del segundo bobinado 54 está configurado para conectarse con una respectiva de las tres fases de la red eléctrica 20, con el fin de acoplar los primeros bobinados respectivos 38 con una respectiva de las fases de la red eléctrica 20.

10 Además, los miembros de horquilla 34, 36, 50, 52 están dispuestos de tal manera que los primeros miembros de horquilla 34 están conectados con el tercer miembro de horquilla 50 y los segundos miembros de horquilla 36 están conectados con el cuarto miembro de horquilla 52.

15 Esto permite proporcionar un solo circuito magnético, en donde todos los bobinados se pueden acoplar magnéticamente de una determinada manera. En el presente diseño de acuerdo con la FIG. 2, el sentido del bobinado de los primeros bobinados 38 es inverso al sentido del bobinado de los segundos bobinados 54.

20 Las extremidades y los miembros de horquilla están hechos de un material ferromagnético adecuado, preferiblemente en la presente realización de un material de ferrita, por ejemplo, que contiene Fe_2O_3 o similar.

25 En la realización actual, la conexión entre las extremidades y los miembros de horquilla y la conexión entre el miembro de horquilla se proporciona mediante contacto directo. Sin embargo, se puede establecer que un cierto entrehierro puede ser proporcionada por la conexión. Especialmente, es posible formar el primer y/o segundo miembro magnético completo 22, 42 como un componente integral. Además, es posible formar el primer y segundo miembro magnético completo 22, 44 como un único componente integral. Sin embargo, dependiendo de la aplicación y las capacidades de producción, se pueden proporcionar diferentes diseños.

30 En el presente caso, se prevé además que el dispositivo de control 70 opere las unidades convertidoras 14, 16, 18 de manera intercalada. En los nodos 84, 86, 88, los condensadores 58 están conectados con sus primeros extremos, en donde sus segundos extremos están conectados entre sí.

35 La FIG. 13 muestra en una vista esquemática dos primeros miembros magnéticos 22 que están provistos de un tercer y un cuarto miembro de horquilla de un segundo miembro magnético 42. El diseño de la FIG. 13 puede lograrse proporcionando dos primeros miembros magnéticos 22 de acuerdo con la FIG. 12. En la FIG. 12, los primeros miembros magnéticos 22 se muestran solo con dos primeros bobinados 38 en las extremidades exteriores 28, 32, en donde la extremidad interior 30 se muestra sin bobinado de modo que un entrehierro 90 es visible.

40 La FIG. 14 muestra el aparato de reactancia inductiva 10 basado en la FIG. 13, en donde se agrega el segundo miembro magnético 42.

La FIG. 15 muestra el aparato de reactancia inductiva 10 de acuerdo con la FIG. 14, en donde los conductores adicionales para las fases de la red eléctrica 20, a saber, la fase A, la fase B, y la fase C, así como los tres condensadores respectivos 58 se muestran conectados a las notas respectivas 84, 86, 88, en donde en la FIG. 15 solo el nodo 84 es visible.

45 El aparato de reactancia inductiva 10 de acuerdo con la FIG. 14, 15 se proporciona para el convertidor de energía 12 que tiene solo dos unidades convertidoras 14, 16. Si el convertidor de energía 12 comprende tres unidades convertidoras 14, 16, 18, el aparato de reactancia inductiva 10 se adapta de acuerdo con la vista esquemática de perspectiva de acuerdo con la FIG. 16. Esta realización muestra cómo el aparato de reactancia inductiva 10 necesita adaptarse de acuerdo con el número de unidades convertidoras 14, 16, 18 del convertidor de energía 12. El número de los primeros miembros magnéticos 22 corresponde al número de las unidades convertidoras 14, 16, 18. Cada uno de los primeros miembros magnéticos 22 está asignado a una determinada de las unidades convertidoras 14, 16, 18. Además, cada uno de los primeros miembros magnéticos 22 está adaptado a una serie de fases que necesitan ser operadas. En la realización actual, se proporcionan tres fases.

50 La FIG. 17 muestra el aparato de reactancia inductiva 10 de la FIG. 15, en donde los acoplamientos magnéticos o flujos magnéticos, respectivamente, se indican mediante flechas 92, 94, 96. Además, a partir de la FIG. 14, 15, 16, 17, es evidente que el segundo miembro magnético 42 está conectado con los primeros miembros magnéticos 22, 24 a través de un entrehierro 56. El entrehierro 56 permite ajustar el acoplamiento.

60 La flecha 92 representa la frecuencia de la cuadrícula y un flujo de frecuencia de conmutación n , en donde n es el número de secciones intercaladas. Se observa, que este fluye entre las fases y se puede controlar a través de los entrehierros 56. La flecha 94 muestra un flujo magnético que tiene una frecuencia igual a la frecuencia de conmutación y fluye solo entre los bobinados intercalados. La flecha 96 corresponde a un flujo de modo común que fluye durante el desequilibrio o debido a corrientes de modo común a través del convertidor de energía 12.

65 Se puede ver a partir de la FIG. 17 que el flujo magnético principal fluye entre las secciones del inductor intercalado

formadas por los primeros miembros magnéticos 22 y la sección del conductor de la red formada por el segundo miembro magnético 42 es el modo común.

5 Con el fin de entender el impacto de los cambios, se realizaron simulaciones separadas para un convertidor de energía conectado utilizando los diferentes aparatos de reactancia inductiva 10 de acuerdo con la FIG. 11 a 14.

10 En este sentido, cabe señalar que el segundo miembro magnético 42 de acuerdo con la FIG. 11 corresponde a la inductividad L_g . El convertidor de energía 12 opera a una frecuencia de conmutación de aproximadamente 45 kHz y cada simulación utiliza el mismo controlador y conexión a la red. Además, los tamaños de núcleo y los entrehierros en todos los diseños son sustancialmente los mismos y los términos de los bobinados también son sustancialmente iguales. Para comprender el efecto de la corriente de modo común, los segundos extremos de los condensadores 58 que están conectados entre sí, también están conectados con una alta impedancia a tierra.

15 Las siguientes FIGS. 18 a 23 muestran simulaciones del aparato de reactancia inductiva inventiva.

20 La FIG. 18 muestra un diagrama esquemático de una tensión trifásica. La FIG. 19 muestra un diagrama esquemático de armónicos de la tensión trifásica de acuerdo con la FIG. 18. Se puede observar que hay una corriente de modo común significativa en todas las tres fases de aproximadamente 2 A pico. En el diseño con una inductividad multifásica como se muestra en la FIG. 11 y 13, los voltajes respectivos se muestran en la FIG. 20, mostrando un diagrama respectivo como la FIG. 18, y la FIG. 21 muestra un diagrama respectivo como la FIG. 19 para el voltaje trifásico de acuerdo con la FIG. 20. De acuerdo con esta realización, la corriente de modo común ha aumentado a pesar de la conexión entre las fases. Hay una reducción de modo menos común que con la sección de núcleo adicional o el segundo miembro magnético 42, de forma repetitiva. El mejor diseño de acuerdo con la simulación parece ser con la inductividad combinada de acuerdo con la FIG. 14. Un voltaje trifásico respectivo se muestra en un diagrama esquemático de acuerdo con la FIG. 22 similar a la FIG. 18 y 20. Los armónicos respectivos se muestran en un diagrama de acuerdo con la FIG. 23 similar a la FIG. 19 y 21. Se puede lograr una reducción significativa con respecto a la corriente de modo común. Esto se muestra de acuerdo con la FIG. 22, mostrando un diagrama respectivo como la FIG. 18 y 20.

25 En la FIG. 18, 20, 22, la abscisa se asigna al tiempo y la coordenada se asigna al voltaje.

30 Cabe señalar que las simulaciones de acuerdo con las FIGS. 18, 20, 22 comienzan en 0,3 s y un paso de carga en 0,75 s.

35 Para comparar el rendimiento armónico del diseño de inductor combinado o del aparato de reactancia inductiva, se realiza una transformación de fourier a partir de las realizaciones de acuerdo con la FIG. 18 y 22. Los resultados se muestran en los respectivos diagramas 19, 21, mostrando diagramas esquemáticos de armónicos, donde la abscisa se asigna al orden de los armónicos y la coordenada se asigna a una magnitud normalizada.

40 Como se puede derivar de estos dibujos, el diseño de acuerdo con la FIG. 14 ofrece una reducción de más del 80 % de la interferencia de modo común y también permite mejorar ligeramente el filtrado de los componentes de conmutación, al tiempo que ofrece un volumen reducido y ponderar del componente completo.

45 Para aumentar aún más la inductividad de modo común, se puede proporcionar un bobinado de modo común adicional 60 que se enrolla alrededor de las secciones del núcleo de modo común, como se muestra en la FIG. 24. La FIG. 24 muestra una vista esquemática tridimensional de acuerdo con la FIG. 14, en donde el bobinado de modo común 60 se proporciona adicionalmente, así como entrehierros 68 formando un aparato de reactancia inductiva 62. Los bobinados de modo común 60 pueden suministrarse por separado para cada una de las fases. El diseño de acuerdo con la FIG. 24 se proporciona especialmente para el uso de un módulo intercalado. De manera similar a las inductividades de modo común, los bobinados de modo común se pueden formar envolviendo las tres fases alrededor del núcleo común del segundo miembro magnético 42. Aunque el bobinado 60 solo se muestra en una porción superior del segundo miembro magnético 42, también se puede proporcionar en una porción inferior del segundo miembro magnético 42. Además, es posible proporcionar el bobinado 60 en ambas partes del segundo miembro magnético 42. El bobinado 60 está preferiblemente dispuesto en una porción del núcleo magnético que está destinado a ser conectado con los primeros miembros magnéticos 22. También debe tenerse en cuenta que, en la FIG. 24, el núcleo se muestra muy ancho. Sin embargo, la sección del núcleo real entre las dos inductividades podría ser más pequeña y el tamaño puede ser independiente de otras secciones del núcleo, especialmente teniendo en cuenta que preferiblemente solo el flujo de modo común pasará allí entre ellas.

50 Un diseño respectivo para una aplicación no intercalada se muestra en la vista esquemática tridimensional de acuerdo con la FIG. 25 que se basa en el diseño de la FIG. 13. Como se puede derivar de la FIG. 25, el bobinado de modo común adicional 60 se proporciona en el tercer o cuarto miembro de horquilla 50, 52. Sin embargo, también se puede proporcionar tanto en los miembros del tercer y cuarto miembro de horquilla 50, 52.

55 La FIG. 25 muestra un aparato de reactancia inductiva 64 basado en el diseño de acuerdo con la FIG. 13 que también tiene un bobinado de modo común 60. Este diseño está dirigido a ser utilizado con unidades convertidoras no intercaladas 14, 16.

La invención permite un menor tamaño y ponderar del aparato de reactancia inductiva. Además, se puede lograr un mejor rendimiento armónico, especialmente en vista del filtrado de modo común. Además, una inductancia de modo común permite mejorar el rendimiento durante el arranque y los transitorios.

5 La invención permite mejorar el diseño del aparato de reactancia inductiva mediante una sección de núcleo adicional, a saber, el segundo miembro magnético 42 para permitir la integración a un circuito LCL 10 sin una tercera etapa de inductividad. Los diseños propuestos no requieren tal etapa. Solo se requieren secciones de llamada pequeñas para conectar las etapas del inductor. Por lo tanto, el aparato de reactancia inductiva se puede diseñar con peso ligero debido a la reducción del material del núcleo.

10 La invención permite también un diseño, por ejemplo, de acuerdo con la FIG. 14, para ofrecer un filtrado de modo común adicional que no se ofrece en diseños anteriores del arte. La integración con un filtro LCL también ofrece un mejor filtrado de armónicos de conmutación en comparación con las soluciones inductivas puras.

15 Un problema con los inductores acoplados es que la inductancia de CA resultante es pequeña para la frecuencia básica, por ejemplo 50 Hz, lo que resulta en alta velocidad. Además, la impedancia se ofrece durante el arranque o durante la transitoriedad. El diseño propuesto dará como resultado una inductancia general más alta para mejorar la capacidad de control del convertidor durante estas situaciones.

20 Las variaciones y modificaciones son posibles dentro del alcance de las reivindicaciones anexadas.

Caracteres de referencia

- 25 10 aparato de reactancia inductiva
12 convertidor de energía
14 unidad del convertidor
16 unidad del convertidor
30 18 unidad del convertidor
20 red eléctrica
22 primer miembro magnético
24 primer miembro magnético
26 primer miembro magnético
35 28 primera extremidad
30 primera extremidad
32 primera extremidad
34 primer miembro de horquilla
36 segundo miembro de horquilla
40 38 primer bobinado
40 red de CC
42 segundo miembro magnético
44 segunda extremidad
46 segunda extremidad
45 48 segunda extremidad
50 tercer miembro de horquilla
52 cuarto miembro de horquilla
54 segundo bobinado
56 entrehierro
50 58 condensador
60 bobinado de modo común
62 aparato de reactancia inductiva
64 aparato de reactancia inductiva
66 entrehierro
55 68 entrehierro
70 dispositivo de control
72 núcleo magnético
74 bobinado
76 bobinado
60 78 núcleo magnético
80 extremidad interior
82 extremidad exterior
84 nodo
86 nodo
65 88 nodo
90 entrehierro

92 flecha
94 flecha
96 flecha

REIVINDICACIONES

- 5 1. Aparato de reactancia inductiva (10) para su uso con un convertidor de energía (12) que comprende al menos dos unidades convertidoras (14, 16, 18) que funcionan en paralelo, en donde el aparato de reactancia inductiva (10) está configurado para acoplar al menos dos unidades convertidoras (14, 16, 18) con una red eléctrica (20), proporcionando ambas al menos dos fases de una tensión alterna, el aparato de reactancia inductiva (10) comprende:
- al menos dos primeros miembros magnéticos (22, 24, 26), en donde se proporciona uno de los primeros miembros magnéticos (22, 24, 26) para cada una de las dos unidades convertidoras (14, 16, 18),
 - 10 - cada uno de los primeros miembros magnéticos (22, 24, 26) tiene un número de primeros miembros (28, 30, 32) correspondiente al número de fases,
 - cada uno de los primeros miembros magnéticos (22, 24, 26) tiene un primer y un segundo miembro de horquilla (34, 36), en donde los primeros extremos de los primeros miembros (28, 30, 32) están conectados al primer miembro de horquilla (34), y los segundos extremos de las primeras extremidades (28, 30, 32) están conectados al segundo miembro de horquilla (36),
 - 15 y
 - cada una de las primeras extremidades (28, 30, 32) está provista de un primer bobinado respectivo (38) con un primer extremo adaptado para ser conectado con una respectiva de las unidades convertidoras (14, 16, 18) y un segundo extremo configurado para ser acoplado con una respectiva de las fases de la red eléctrica (20), en donde todos estos primeros bobinados (38) tienen el mismo sentido de bobinado, **caracterizado por**
 - 20 - un segundo miembro magnético (42) que tenga un número de segundas extremidades (44, 46, 48) correspondiente al número de fases y un tercer y cuarto miembro de horquilla (50, 52), en donde los primeros extremos de las segundas extremidades (44, 46, 48) están conectados al tercer miembro de horquilla (50) y los segundos extremos de las segundas extremidades (44, 46, 48) están conectados al cuarto miembro de horquilla (52),
 - 25 - en donde cada una de las segundas extremidades (44, 46, 48) está provisto de al menos un segundo bobinado (54) que tiene un primer extremo conectado con al menos uno de los primeros bobinados respectivos (38) y un segundo extremo configurado para conectarse con una respectiva de las fases de la red eléctrica (20), para acoplar al menos uno de los primeros bobinados respectivos (38) con una de las fases de la red eléctrica (20), y
 - 30 - en donde los miembros de horquilla (34, 36, 50, 52) están dispuestos de tal manera que los primeros miembros de horquilla (34) están conectados con el tercer miembro de horquilla (50) y los segundos miembros de horquilla (36) están conectados con el cuarto miembro de horquilla (52).
- 35 2. Aparato de reactancia inductiva de acuerdo con la reivindicación 1 para su uso con un convertidor de energía (12) que comprende tres unidades convertidoras (14, 16, 18) que funcionan de manera paralela, que comprende tres primeros miembros magnéticos (22, 24, 26), en donde uno de los primeros miembros magnéticos (22, 24, 26) se proporciona para cada una de las tres unidades de convertidor (14, 16, 18).
- 40 3. Aparato de reactancia inductiva de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el sentido del bobinado de los primeros bobinados (38) es inverso al sentido del bobinado de los segundos bobinados (54).
- 45 4. Aparato de reactancia inductiva de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el segundo miembro magnético (42) tiene una extremidad adicional sin ningún bobinado, siendo la extremidad adicional conectada con el tercer y cuarto miembro de horquilla (50, 52), en donde el sentido del bobinado de los primeros bobinados (38) es el mismo que el sentido del bobinado de los segundos bobinados (54).
- 50 5. Aparato de reactancia inductiva de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la conexión entre al menos uno de los primeros miembros de horquilla (34, 36) y el tercer miembro de horquilla (50) y/o entre al menos uno de los segundos miembros de horquilla (34, 36) y el cuarto miembro de horquilla (52) comprende un entrehierro (56).
- 55 6. Aparato de reactancia inductiva de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** cada uno de los segundos bobinados (54) comprende un número de porciones de bobinado independientes correspondientes al número de los primeros bobinados (54) de uno respectivo de los primeros miembros magnéticos (22), en donde cada una de las porciones de bobinado está conectada con al menos una de las respectivas de los primeros bobinados (38).
- 60 7. Aparato de reactancia inductiva de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones precedentes 1 a 4, **caracterizado porque**, para cada uno de los segundos bobinados (54), el primer extremo está conectado con los segundos extremos de todos los primeros bobinados (38) correspondientes a la misma fase.
- 65 8. Aparato de reactancia inductiva de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** al menos dos condensadores (58), en donde se proporciona un condensador (58) para cada una de las fases, en donde un cierto de los dos condensadores (58) al menos está conectado al primer extremo del segundo bobinado respectivo (54).
9. Aparato de reactancia inductiva de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque**

el tercer y/o cuarto miembro de horquilla (50, 52) comprende un bobinado de supresión de modo común (60).

10. Aparato de reactancia inductiva (10, 62, 64) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por**

- 5 - un segundo miembro magnético (42) que tenga un tercer y un cuarto miembro de horquilla (50, 52),
 - en donde los miembros de horquilla (34, 36, 50, 52) están dispuestos de tal manera que los primeros miembros de horquilla (34) están conectados con el tercer miembro de horquilla (50) y los segundos miembros de horquilla (36) están conectados con el cuarto miembro de horquilla (52), y
 - el tercer y/o cuarto miembro de horquilla (50, 52) comprende un bobinado de supresión de modo común (60).

- 10 11. Aparato de reactancia inductiva de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado porque** el segundo miembro magnético (42) tiene un número de segundas extremidades (44, 46, 48) correspondiente al número de las fases, en donde los primeros extremos de las segundas extremidades (44, 46, 48) están conectados al tercer miembro de horquilla (50) y los segundos extremos de las segundas extremidades (44, 46, 48) están conectados al cuarto miembro de horquilla (52),
 15 en donde cada uno de los segundos miembros (44, 46, 48) está provisto de al menos un segundo bobinado (54) que tiene un primer extremo conectado con al menos uno de los primeros bobinados respectivos (38) y un segundo extremo configurado para conectarse con una respectiva de las fases de la red eléctrica (20), para acoplar al menos uno de los primeros bobinados respectivos (38) con uno respectivo de las fases de la red eléctrica (20).

- 20 12. Aparato de reactancia inductiva de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al menos una de las primeras extremidades (28, 30, 32) está provista de un entrehierro.

- 25 13. Aparato de reactancia inductiva de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al menos uno de los miembros del tercer y cuarto miembro de horquilla (50, 52) está provisto de un entrehierro (68).

14. Aparato de reactancia inductiva de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por un** alojamiento configurado para incluir los miembros magnéticos (22, 42) y al menos un condensador (58).

- 30 15. Convertidor de energía (12) para acoplar una fuente de energía (40) conectada al convertidor de energía (12) con una red eléctrica (20), tanto el convertidor de energía (12) como la red eléctrica (20) que proporcionan al menos dos fases de una tensión alterna, el convertidor de energía (12) comprende:

- al menos dos convertidores (13, 16, 18), cada uno de los convertidores (13, 16, 18) está configurado para proporcionar conversión de potencia con respecto a las dos fases como mínimo,
 35 - un dispositivo de control (70) para controlar al menos las unidades convertidoras (13, 16, 18), en donde el dispositivo de control (70) está configurado para operar las unidades convertidoras (13, 16, 18) de manera paralela, y
 - un aparato de reactancia inductiva (10, 62, 64) para conectar las unidades convertidoras (13, 16, 18) a la red eléctrica (20),

- 40 **caracterizado porque** el aparato de reactancia inductiva (10, 62, 64) está diseñado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

16. Convertidor de energía de conformidad con la reivindicación 15, **caracterizado porque** el dispositivo de control (70) está configurado para operar las unidades convertidoras (13, 16, 18) de manera intercalada paralela.

- 45 17. Convertidor de energía de conformidad con la reivindicación 15 o 16, en donde tanto el convertidor de energía (12) como la red eléctrica (20) proporcionan tres fases de una tensión alterna y el convertidor de energía (12) comprende tres unidades convertidoras (13, 16, 18), cada una de las unidades convertidoras (13, 16, 18) configurándose para proporcionar conversión de potencia con respecto a las tres fases.

FIG 1

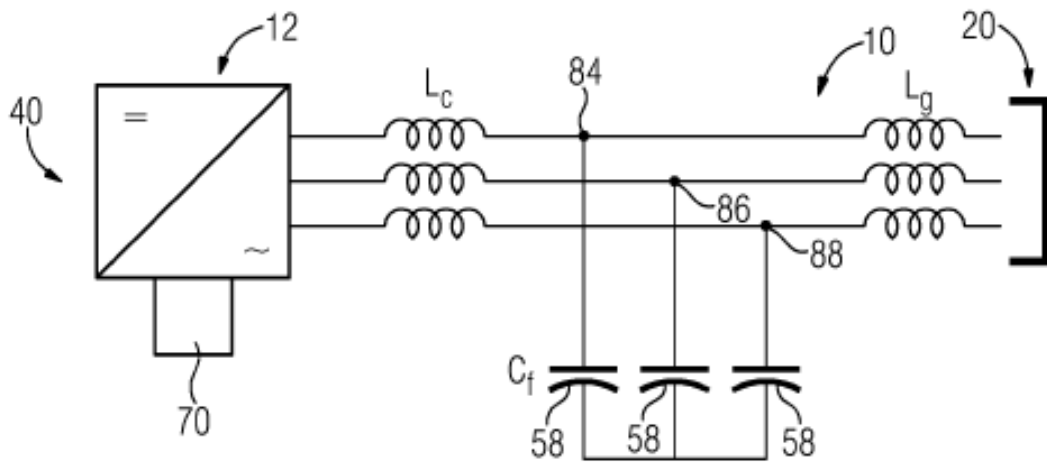
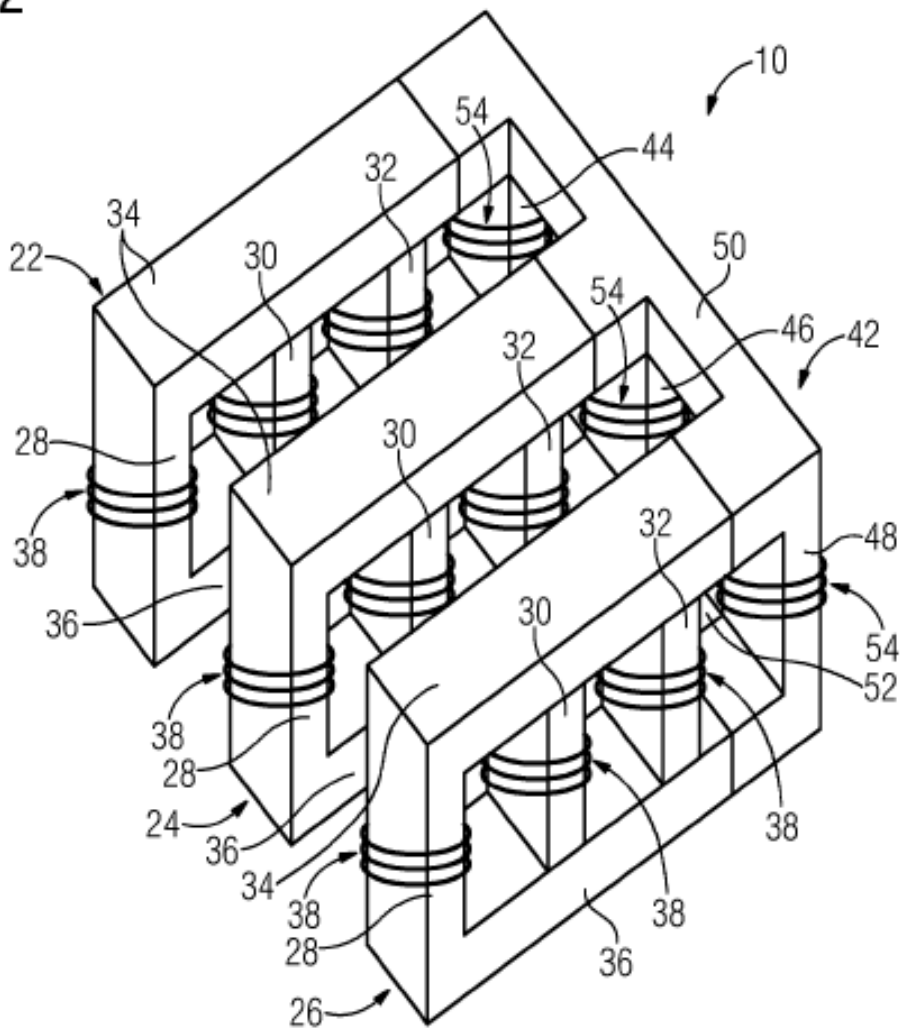


FIG 2



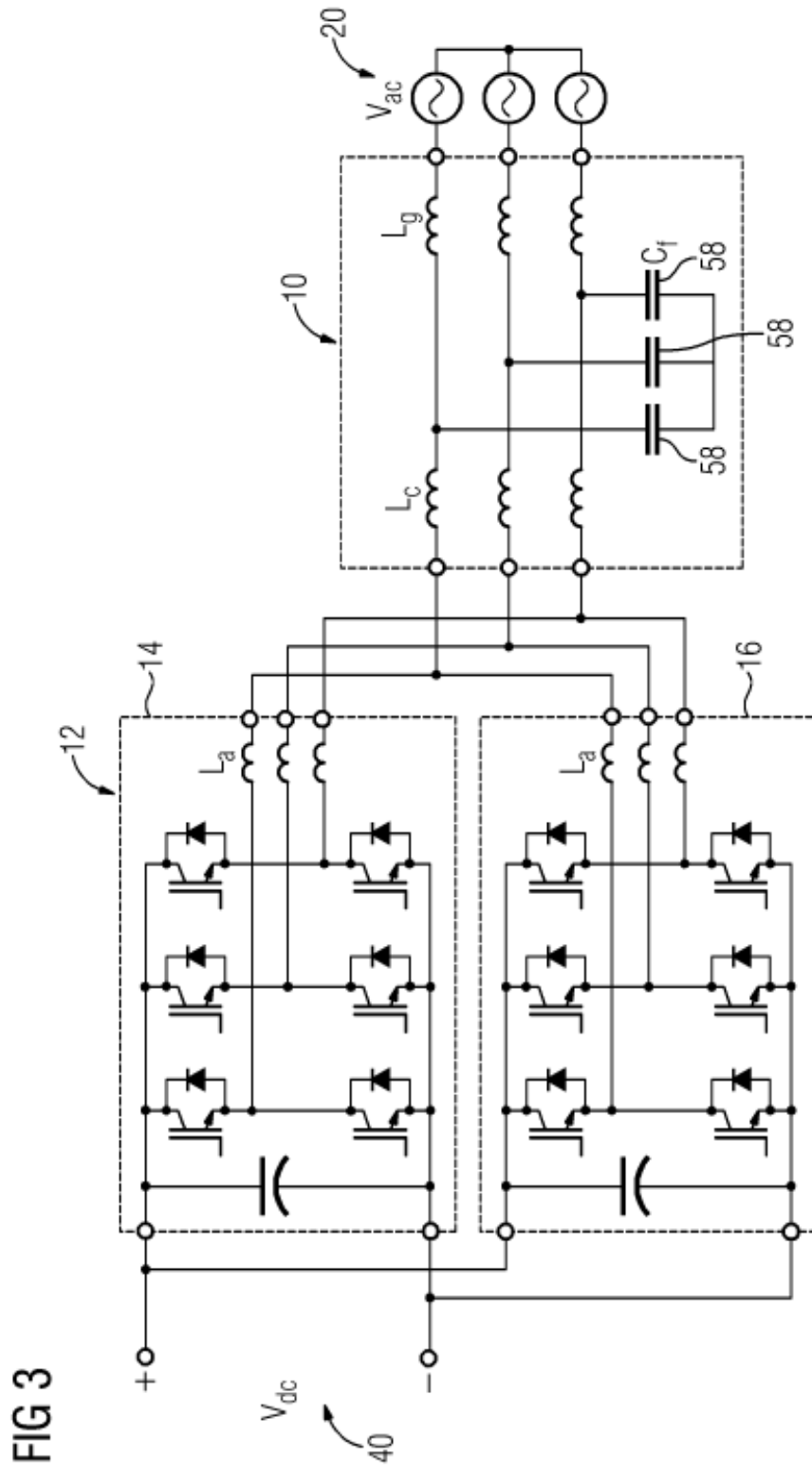


FIG 3

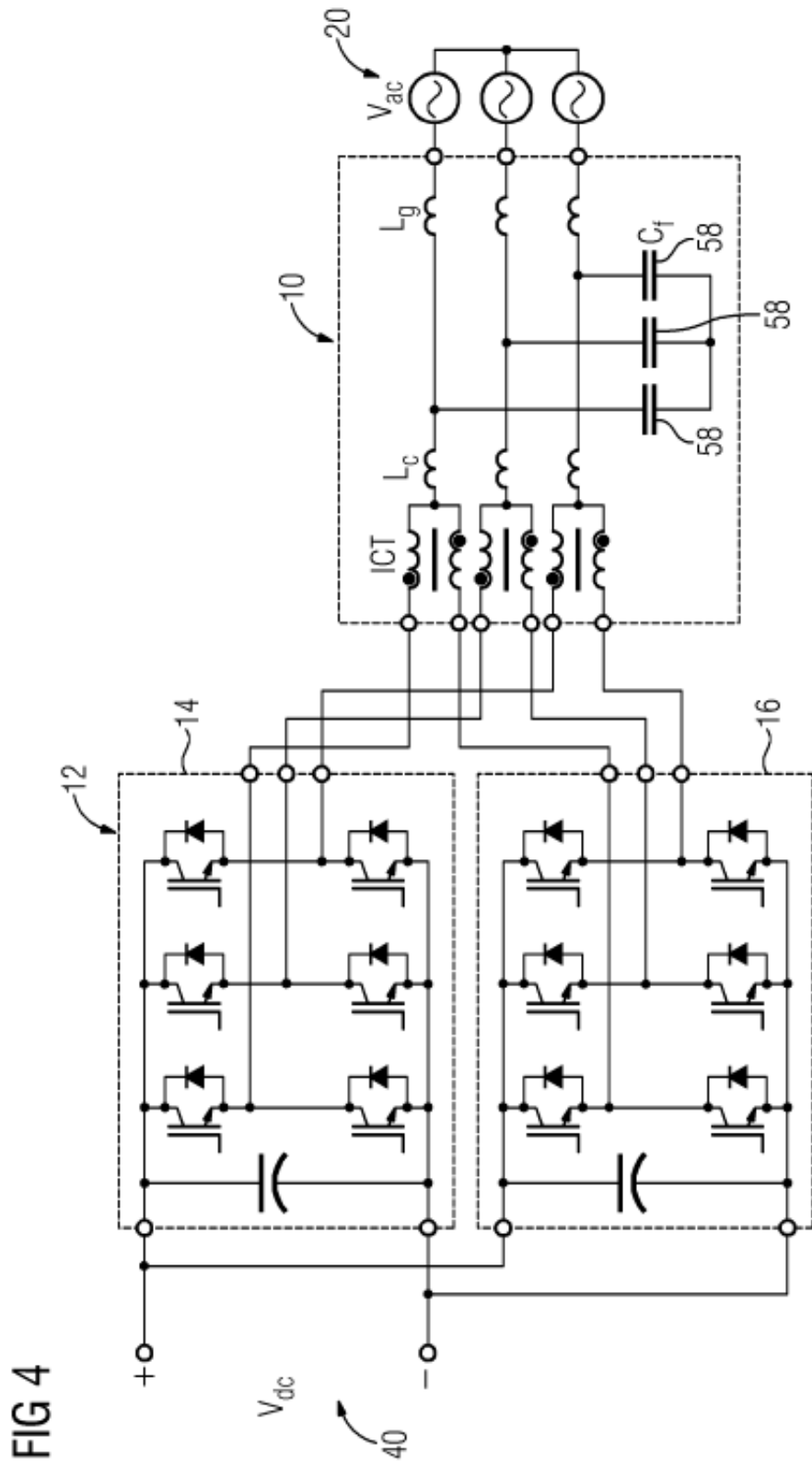


FIG 4

FIG 5

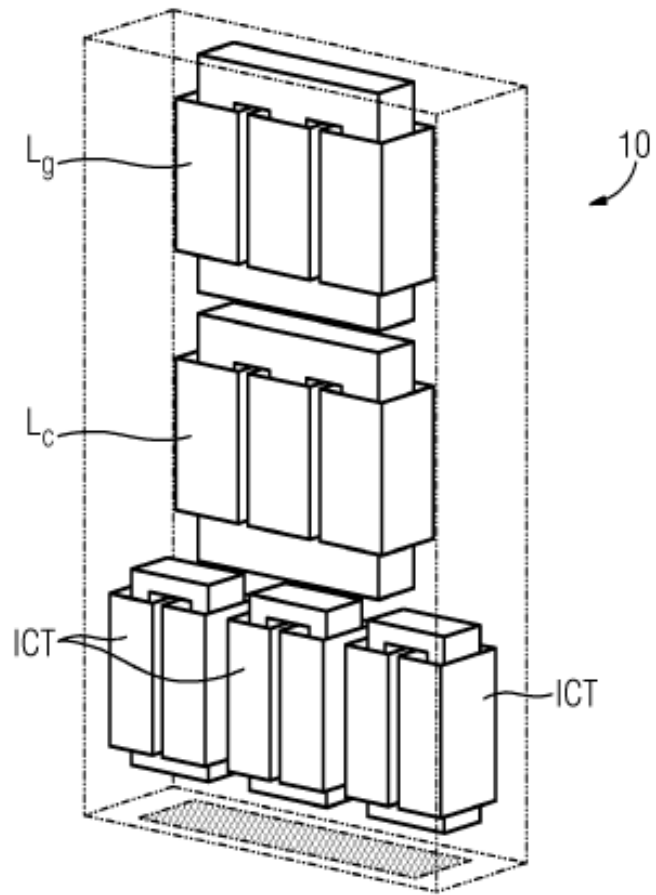


FIG 6

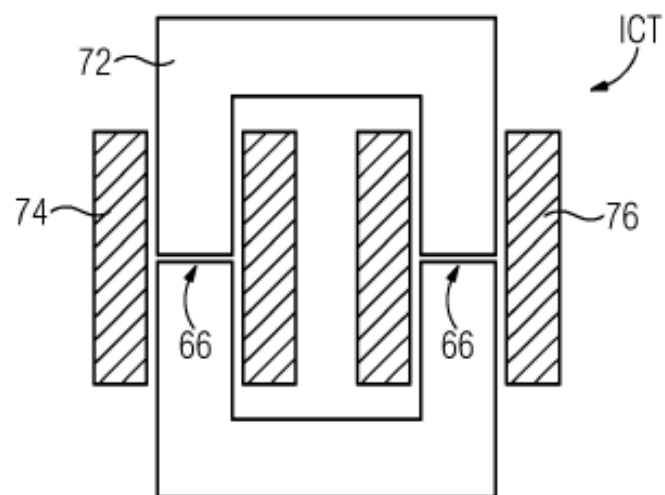


FIG 7

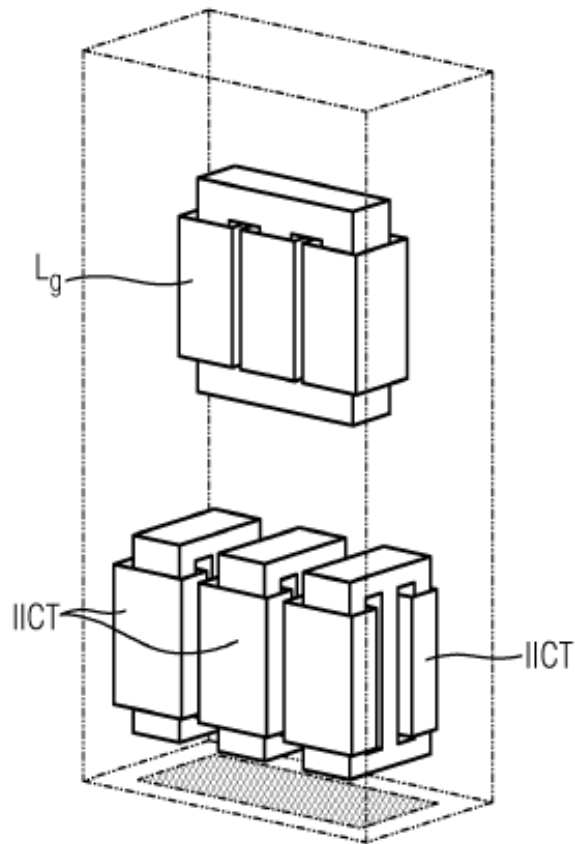


FIG 8

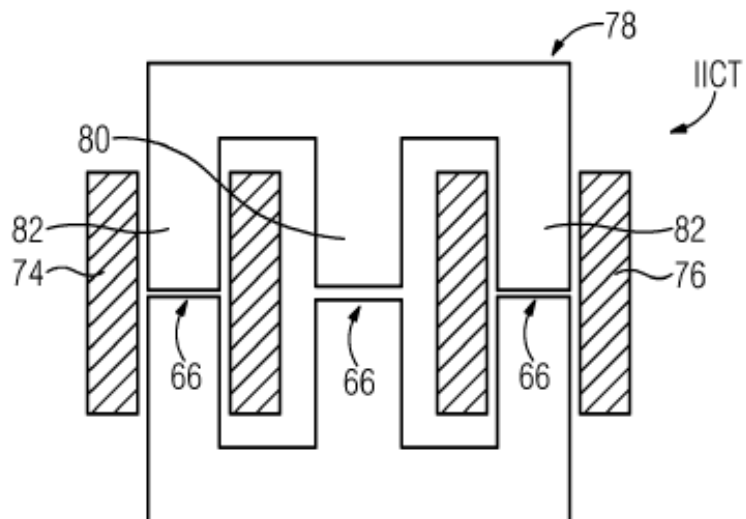


FIG 9

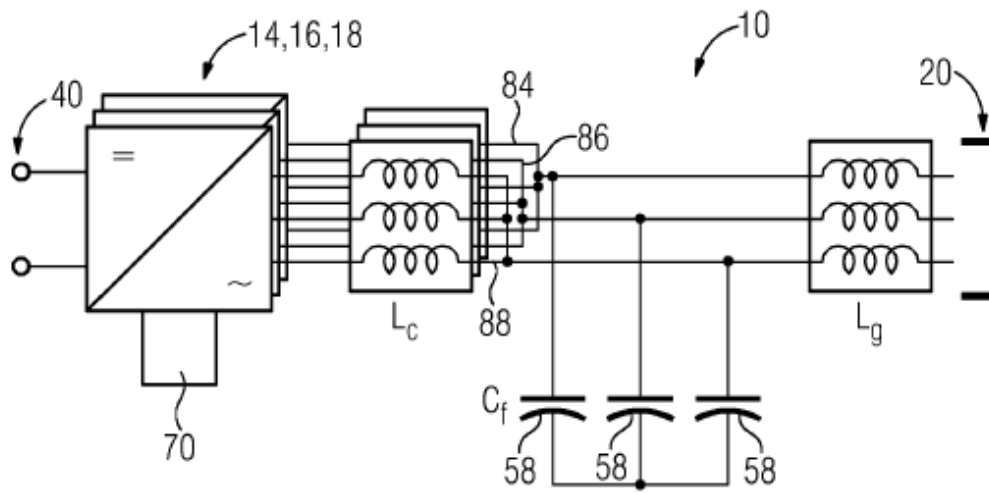


FIG 10

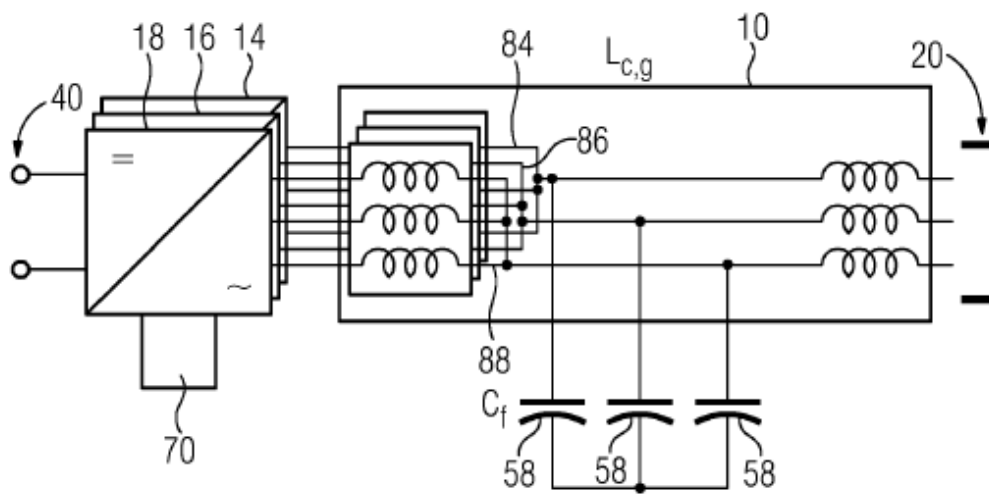


FIG 11

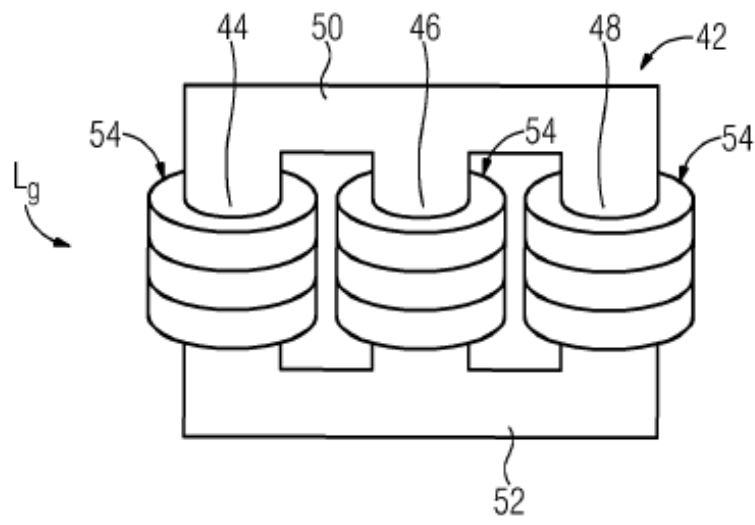


FIG 12

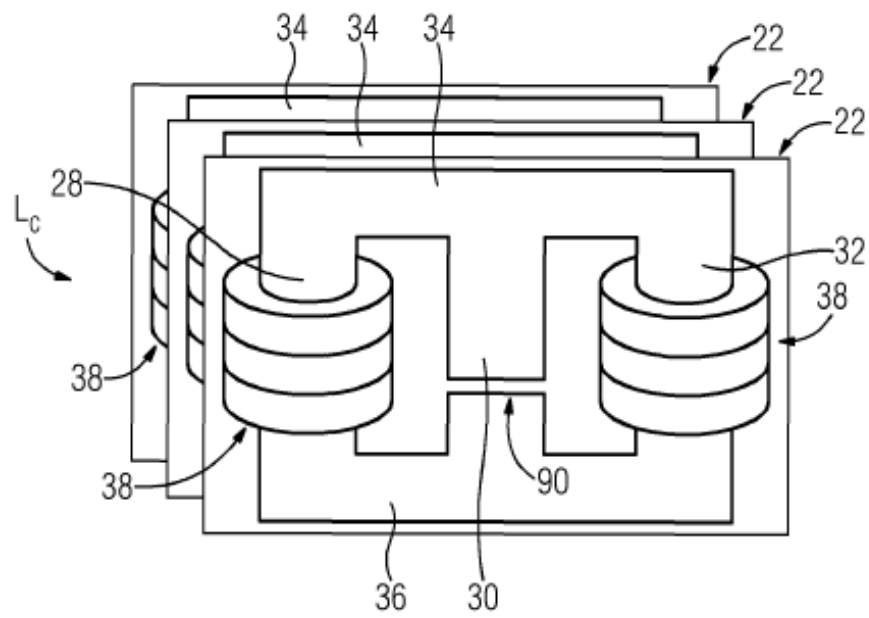


FIG 15

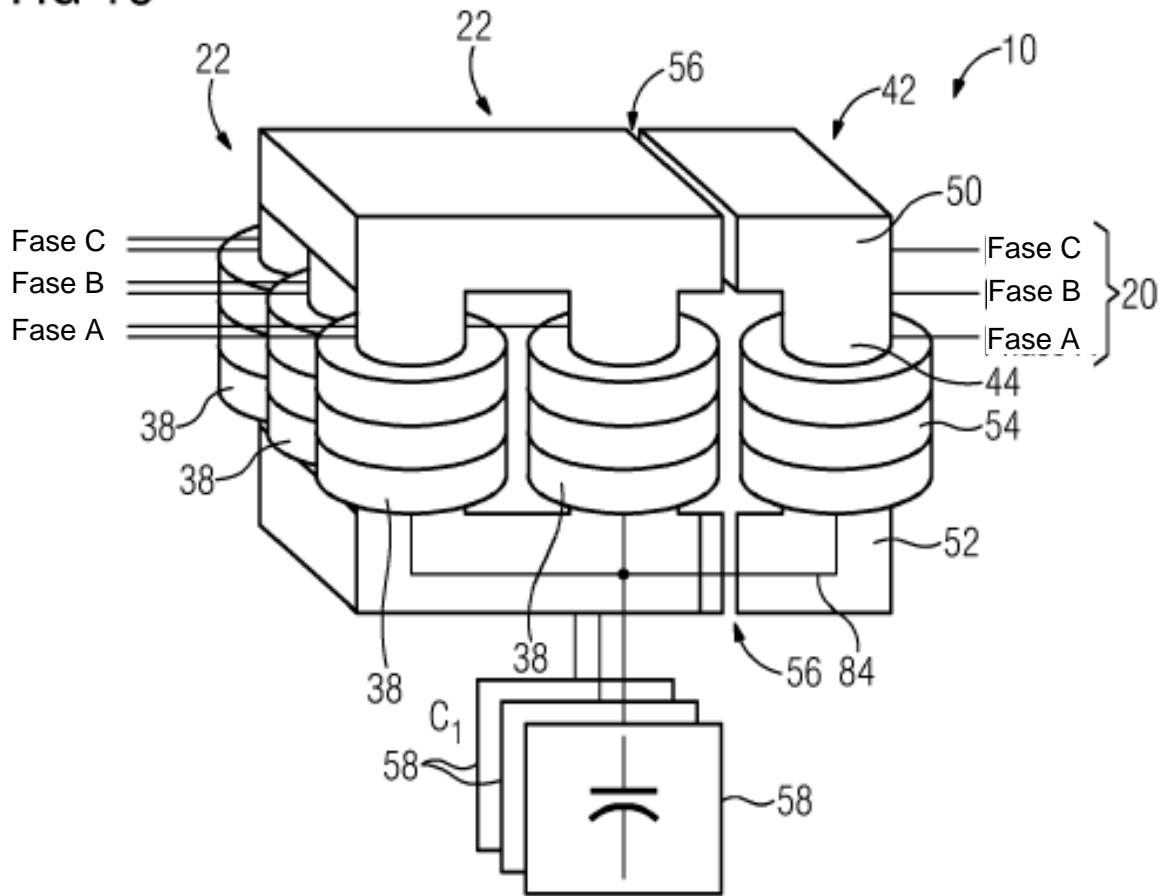


FIG 16

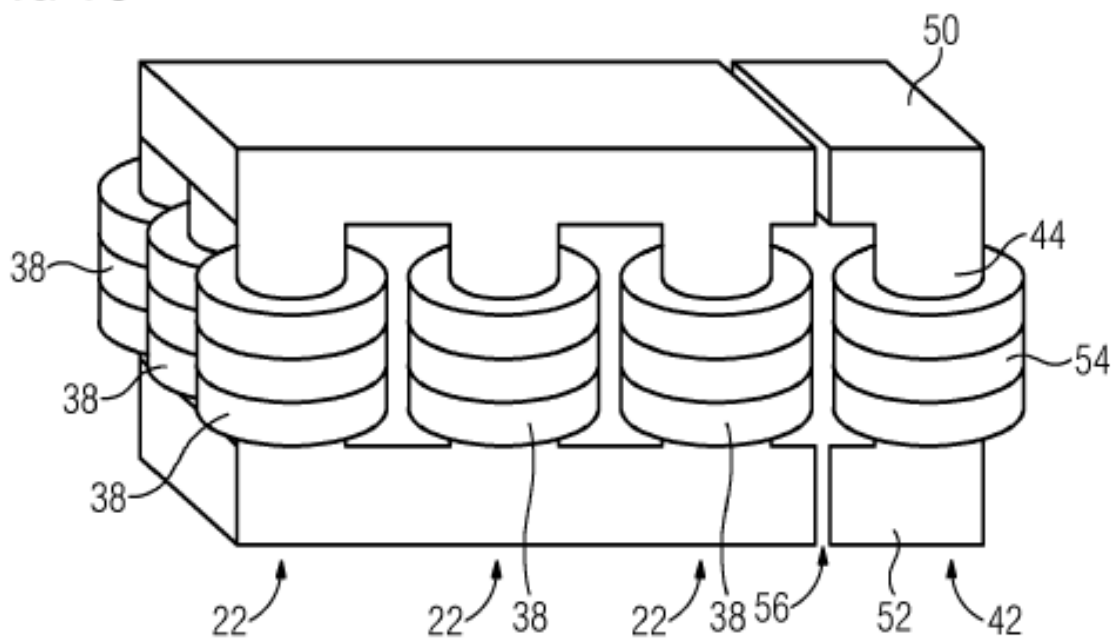


FIG 17

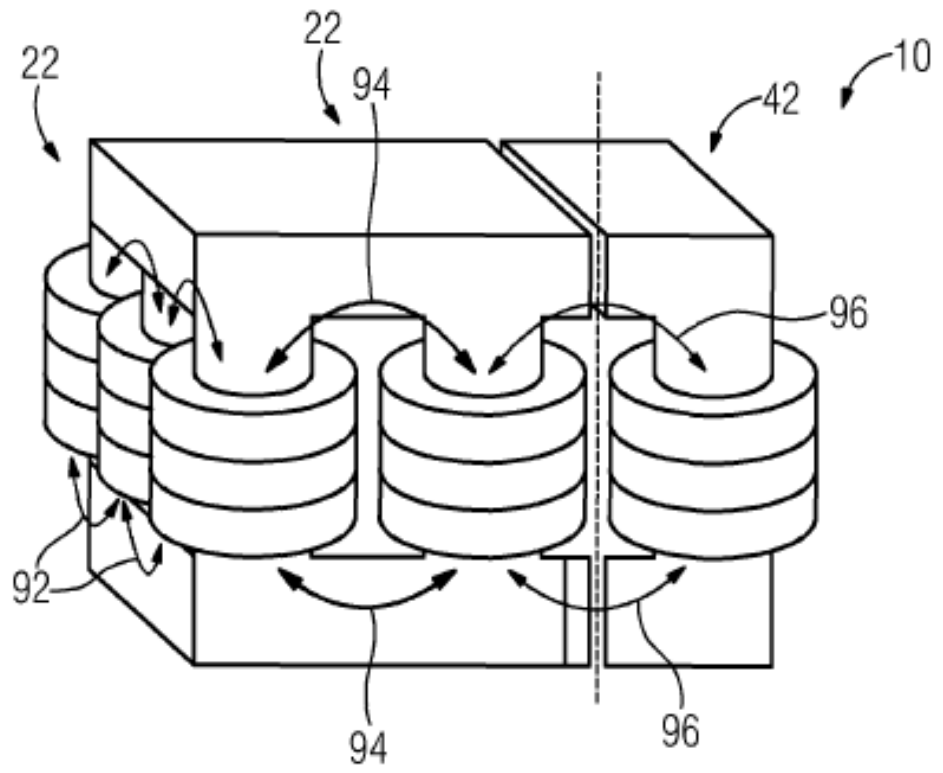


FIG 18

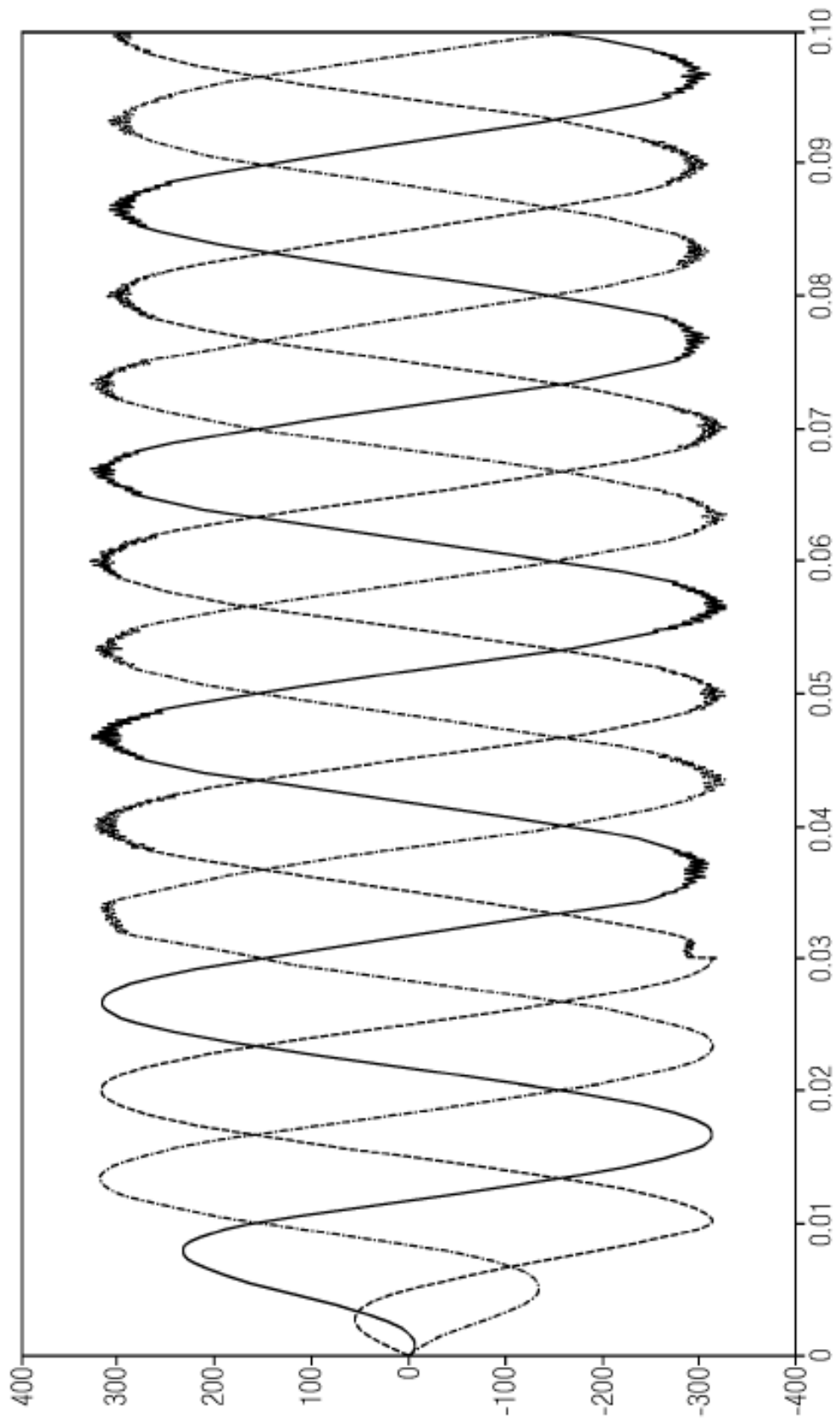


FIG 19

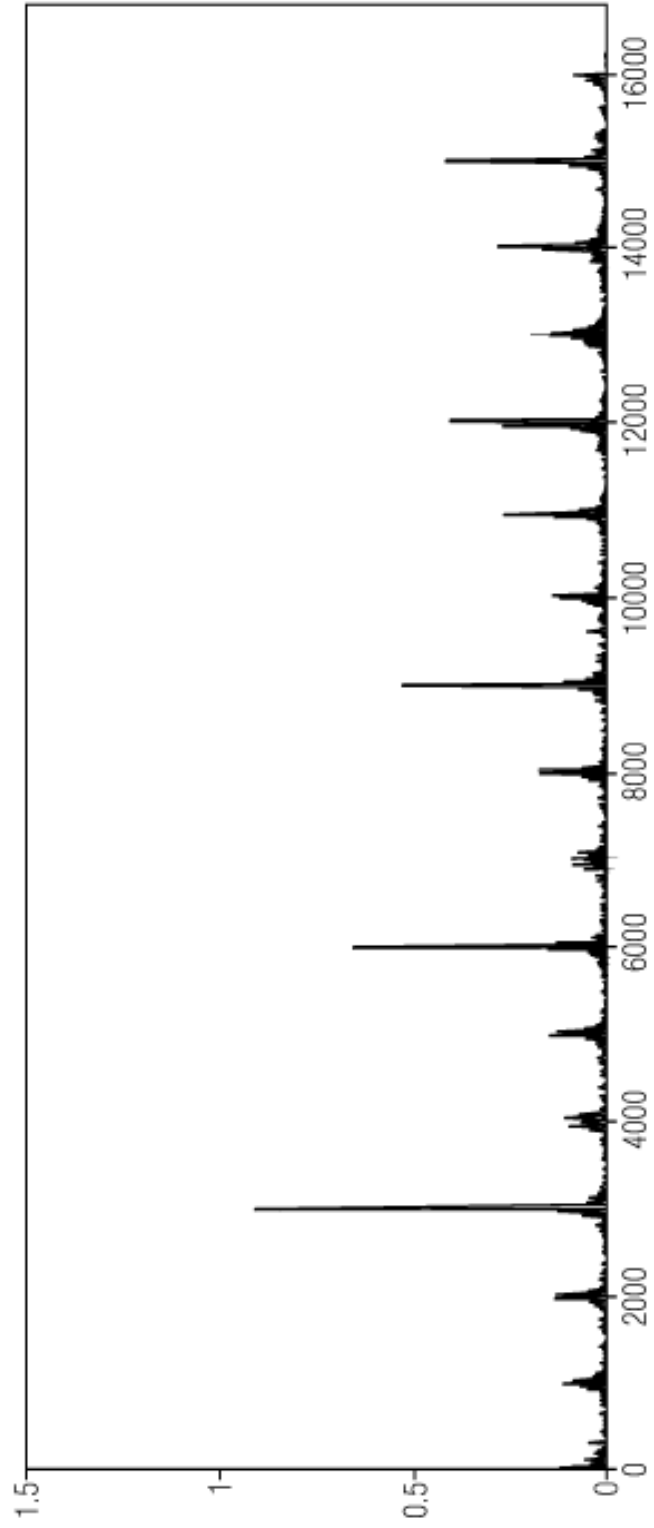


FIG 20

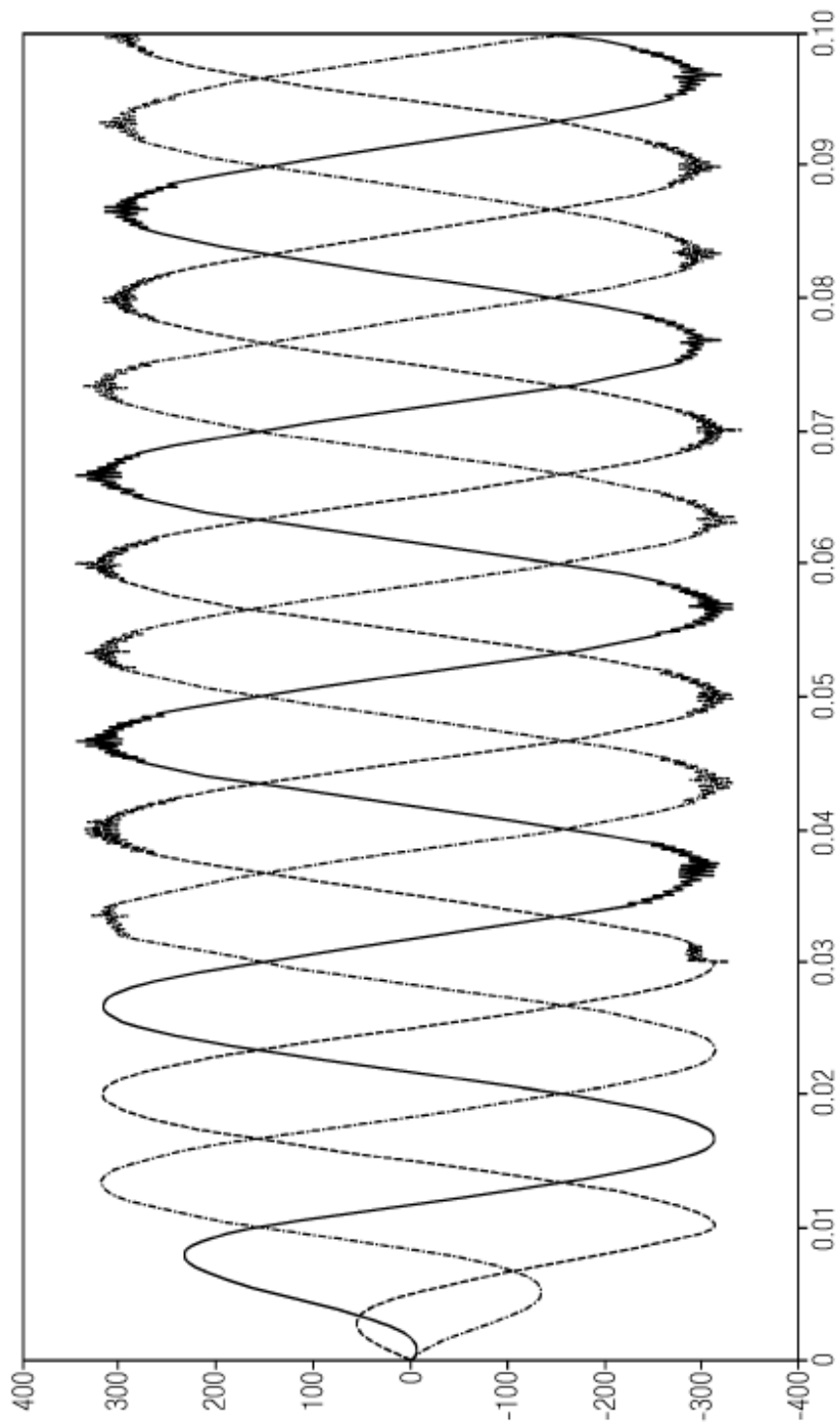


FIG 21

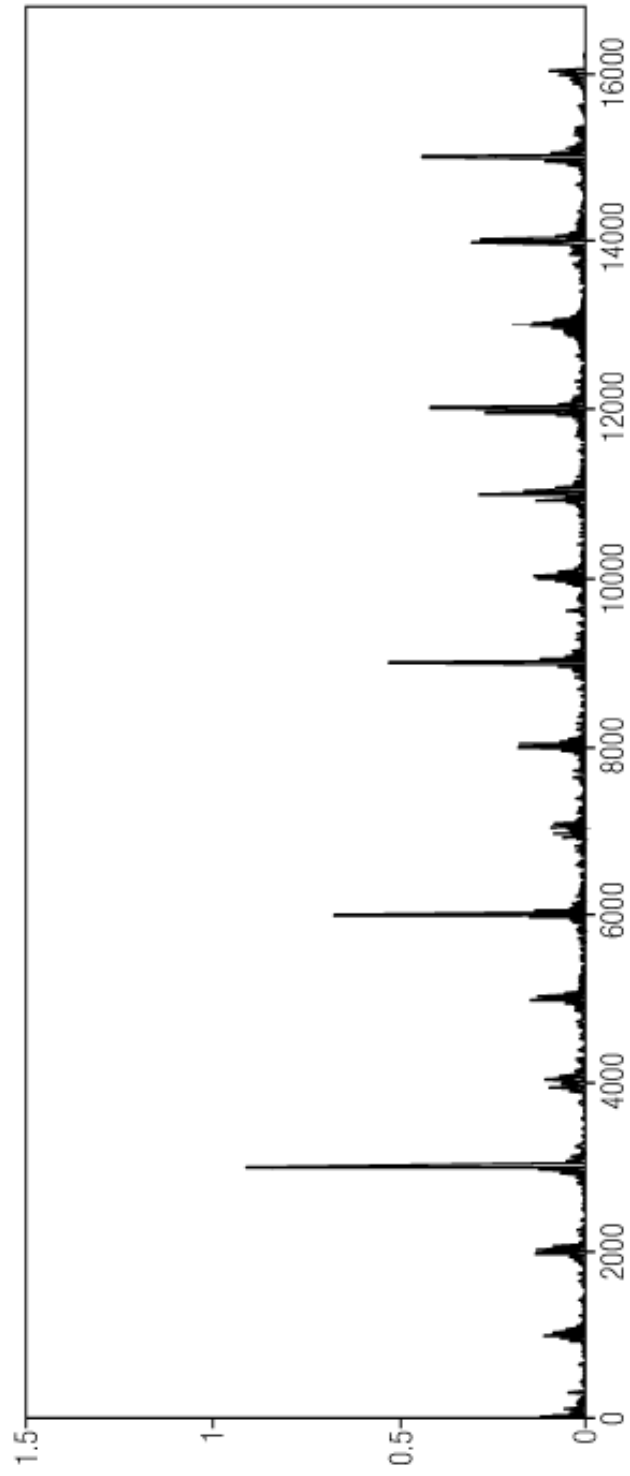


FIG 22

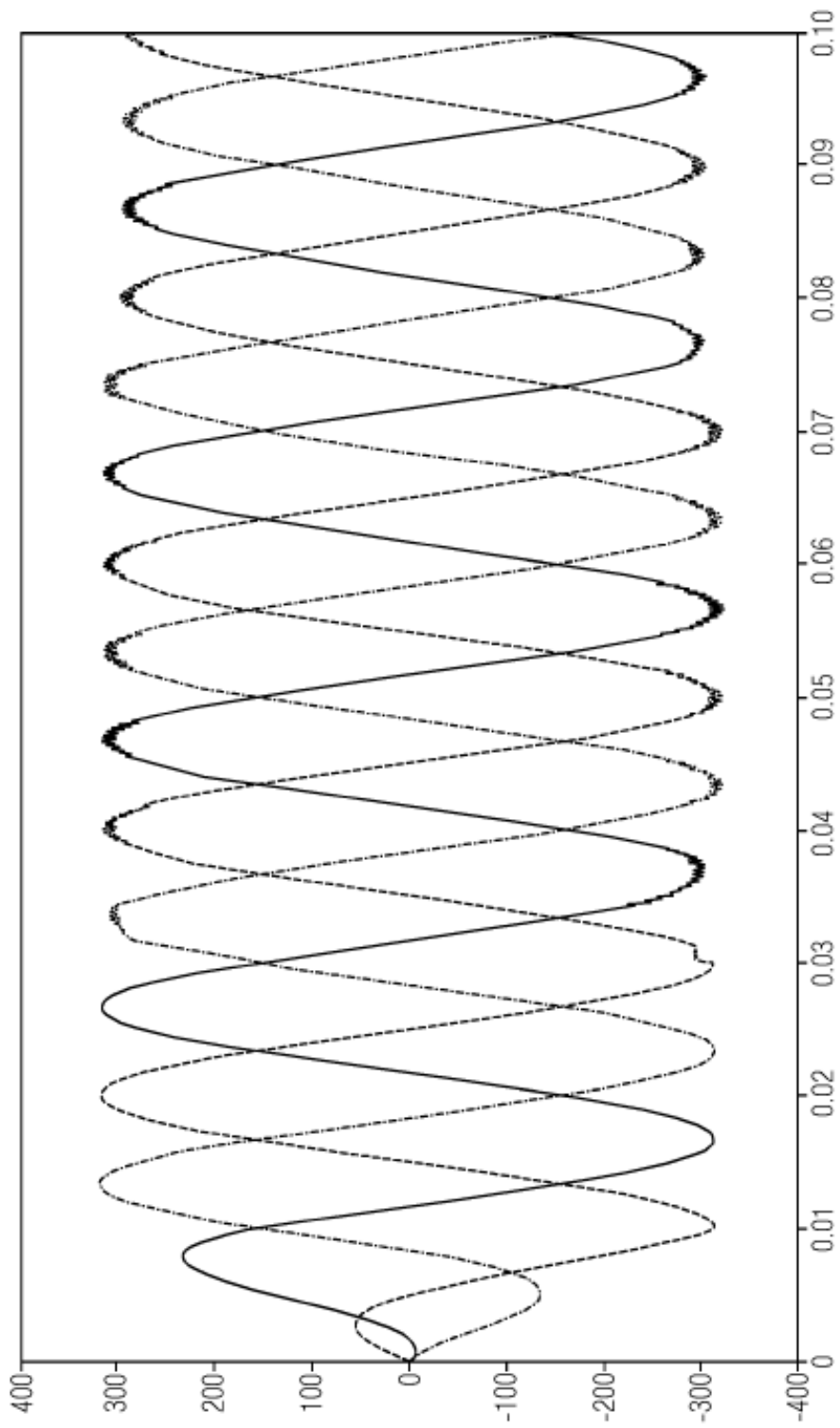


FIG 23

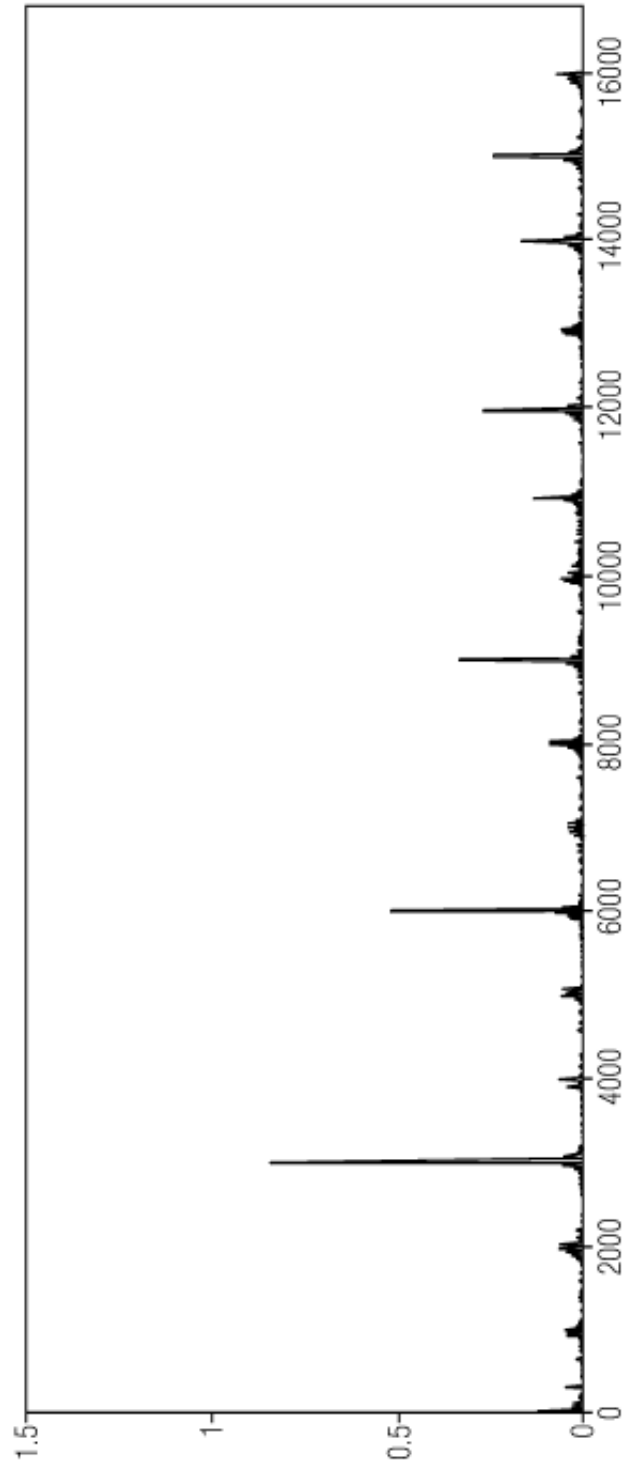


FIG 24

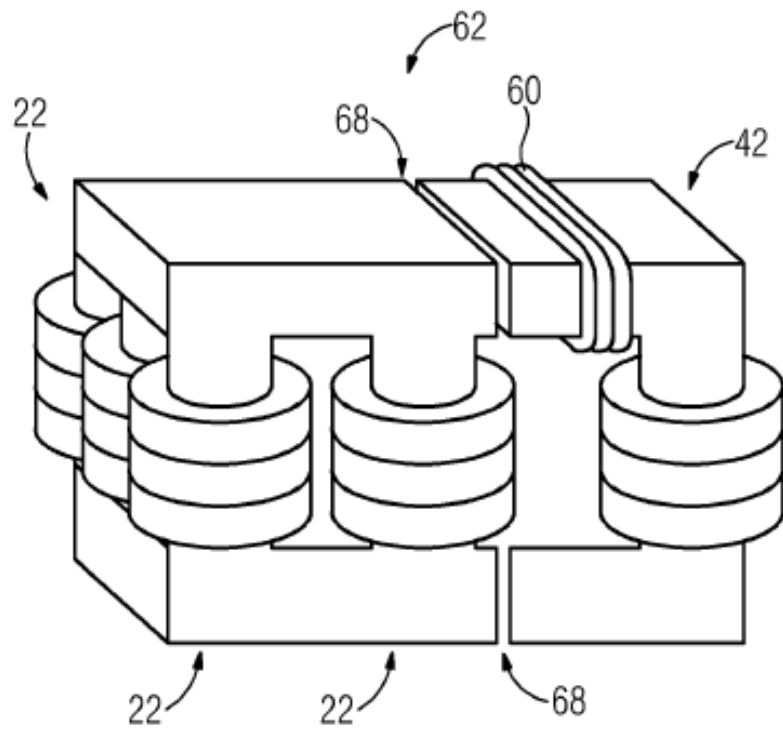


FIG 25

