

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 744 439**

51 Int. Cl.:

H05K 7/20 (2006.01)

H02S 40/34 (2014.01)

H05K 7/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.09.2016 PCT/EP2016/071478**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.03.2017 WO17046041**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.09.2016 E 16763833 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.06.2019 EP 3351072**

54 Título: **Inversor para transformar una tensión continua en una tensión alterna**

30 Prioridad:

14.09.2015 EP 15185033

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

25.02.2020

73 Titular/es:

**FRONIUS INTERNATIONAL GMBH (100.0%)
Froniusstraße 1
4643 Pettenbach, AT**

72 Inventor/es:

**AITZETMÜLLER, DAVID;
WINDISCHBAUER, FRANZ;
ARTELSMAIR, BERNHARD;
ACHLEITNER, GÜNTER y
LEITGEB, RONALD**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 744 439 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

Inversor para transformar una tensión continua en una tensión alterna

5 La invención se refiere a un inversor para transformar una tensión continua en una tensión alterna, en particular un inversor fotovoltaico para densidades de potencia altas, en particular densidades de potencia de 250 W/dm³ a 500 W/dm³, con al menos una entrada DC, una salida AC, un disipador de calor, una placa de circuito impreso, un seccionador DC, un convertidor DC-DC, un circuito intermedio, un convertidor DC-AC y una carcasa con una tapa frontal y una pieza de base.

10 Del documento EP2299582A1 es conocido un inversor para transformar una tensión continua en una tensión alterna. El inversor presenta una carcasa, en la que están dispuestos componentes eléctricos. Estos componentes eléctricos para la configuración de los elementos necesarios en un inversor, tales como el convertidor DC-DC, el circuito intermedio y el convertidor DC-AC, están dispuestos parcialmente en una placa de circuito impreso, parcialmente en depresiones a ambos lados del canal de aire de enfriamiento y en parte directamente en el disipador de calor que está configurado como pared exterior de la carcasa. En otra unidad constructiva se ha instalado también un seccionador DC para separar con seguridad el inversor de una fuente de corriente continua. La desventaja aquí radica en la fabricación y el mantenimiento relativamente complejos de este inversor.

15 El documento EP2611273A2 describe un inversor, cuyos componentes se distribuyen en zonas y se disponen de tal modo que es posible un montaje del inversor en la pared.

Del documento EP2367276A2 es conocido un inversor que tiene un diseño modular en zonas propias para posibilitar un mantenimiento más simple y un enfriamiento óptimo de los componentes generadores de calor.

20 Partiendo de estado de la técnica analizado al inicio, la invención tiene entonces el objetivo de simplificar el diseño de un inversor, debiéndose conseguir además una construcción compacta.

25 La invención consigue el objetivo planteado al estar posicionados los componentes eléctricos del convertidor DC-DC, del circuito intermedio y del convertidor DC-AC en grupos constructivos, al estar dispuestos al menos el seccionador DC, así como los grupos constructivos del convertidor DC-DC, del circuito intermedio y del convertidor DC-AC directamente en la placa de circuito impreso en forma de U en correspondencia con la dirección de flujo de energía de la entrada DC a la salida AC y al estar dispuesta la placa de circuito impreso con el lado de componente en dirección del fondo de la pieza de base de la carcasa y con el lado opuesto al lado de componente en el disipador de calor. Mediante el posicionamiento de los componentes eléctricos del convertidor DC-DC, del circuito intermedio y del convertidor DC-AC en grupos constructivos y la disposición correspondiente directamente en la placa de circuito impreso se simplifica claramente el diseño del inversor y se consigue una construcción compacta. La disposición de todos los componentes eléctricos en una placa de circuito impreso puede favorecer no solo el diseño mecánico simple del inversor, sino aumentar también claramente su capacidad de mantenimiento. Así, por ejemplo, en caso de avería se puede sustituir rápidamente toda la placa de circuito impreso, lo que requiere solo la separación de las conexiones a la entrada DC o la salida AC, y permite restablecer en un período de tiempo más corto el funcionamiento del inversor. Por consiguiente, la búsqueda compleja de averías en un componente determinado se puede evitar in situ en el equipo instalado. Además, como resultado de la disposición en U de los grupos constructivos de la entrada DC a la salida AC, tales grupos constructivos se pueden conectar, por una parte, mediante líneas cortas y la entrada DC y la salida AC pueden estar dispuestas, por la otra parte, en un lado, específicamente la zona de conexión. La disposición de la placa de circuito impreso con el lado de componente en dirección del fondo de la pieza de base de la carcasa y con el lado opuesto al lado de componente en el disipador de calor facilita asimismo el montaje y el mantenimiento del inversor. La construcción compacta, según la invención, del inversor es especialmente ventajosa en particular en inversores de densidades de potencia altas, en particular densidades de potencia de 250 W/dm³ a 500 W/dm³. El hecho de que la placa de circuito impreso esté dispuesta con el lado opuesto al lado de componente en el disipador de calor, hace posible un enfriamiento ventajoso de la placa de circuito impreso y, por tanto, de los componentes eléctricos. Asimismo, se simplifica el trabajo de mantenimiento y reparación in situ si la placa de circuito impreso está disponible junto con el disipador de calor como elemento de sustitución.

35 Se observa en general que en dependencia del tamaño constructivo y de la utilización del inversor es posible también un diseño con varias entradas DC y varios convertidores DC-DC. Incluso en inversores multifásicos, en particular trifásicos, con salidas AC trifásicas se puede aplicar el concepto según la invención de una manera particularmente ventajosa. En relación específicamente con los módulos solares, esto puede resultar ventajoso, porque así los módulos solares o los conjuntos de módulos solares se pueden operar por separado en diferentes puntos de trabajo. Tales puntos de trabajo están en correspondencia usualmente con los puntos de máxima potencia (Maximum Power Points, MPPs) de los módulos solares individuales o los conjuntos de módulos solares. Mediante este tipo de diseño se puede implementar también un suministro de energía simultáneo o alterno de diferentes fuentes de energía, por ejemplo, baterías y módulos solares. Son posibles también varias salidas diferentes para el inversor. Así, por ejemplo, puede estar prevista una salida adicional para consumidores con una seguridad de suministro elevada, que se abastecen preferentemente de energía al existir una potencia de suministro baja en las entradas DC.

Si la placa de circuito impreso está dispuesta de manera inclinada, preferentemente en un ángulo máximo de 15°, respecto al fondo de la pieza de base de la carcasa, se pueden conseguir ventajas durante el montaje y la puesta en marcha del inversor, porque debido a la inclinación de la placa de circuito impreso en un lado, en particular en la zona de conexión, se puede disponer de más espacio para las conexiones, por ejemplo, de los módulos solares.

5 Otras ventajas se pueden conseguir al estar prevista una unidad de control dispuesta centralmente en la placa de circuito impreso. La unidad de control se puede disponer en el centro de la disposición en U de los demás grupos constructivos, lo que da como resultado conexiones cortas con los demás grupos constructivos. En caso de utilizarse módulos solares para producir y suministrar energía, la unidad de control puede configurar también uno o varios seguidores de punto de máxima potencia opcionales (Maximum Power Point, MPP). La unidad de control varía la impedancia de los convertidores DC-DC y esto permite ajustar el punto de trabajo de los módulos solares. De este modo se puede conseguir también un diseño compacto y simplificado en un inversor fotovoltaico completamente desarrollado desde el punto de vista funcional.

15 Si el inversor presenta al menos un filtro EMV, en particular un filtro EMV de entrada DC y/o un filtro EMV de salida AC, estando dispuesto el al menos un filtro EMV directamente en la placa de circuito impreso, se puede prescindir de filtros EMV preconectados o posconectados y se pueden cumplir, no obstante, las especificaciones relativas a la compatibilidad electromagnética. Además, los componentes eléctricos adicionales, como los filtros EMV preconectados o posconectados que se mencionan arriba, se vuelven obsoletos debido a la disposición directa de los filtros EMV en la placa de circuito impreso, creándose así un inversor, cuyos componentes eléctricos en su totalidad, incluida la unidad de control, están dispuestos en una placa de circuito impreso. Esto resulta ventajoso en relación con la compactibilidad, el diseño mecánico y eléctrico, así como el mantenimiento del inversor.

20 La disposición de los grupos constructivos del convertidor DC-DC, del circuito intermedio y del convertidor DC-AC en una placa de circuito impreso se puede favorecer si el convertidor DC-DC y el convertidor DC-AC están configurados para frecuencias de conmutación superiores a 30 kHz, en particular frecuencias de conmutación superiores o iguales a 100 kHz. Estas frecuencias de conmutación superiores se pueden utilizar al minimizarse las pérdidas, por ejemplo, mediante la topología de conmutación de voltaje cero o balance de conmutación activo, y permiten la utilización de bobinas y reactancias menores, lo que simplifica su montaje en la placa de circuito impreso y favorece el diseño de inversores con densidades de potencia altas, en particular densidades de potencia de hasta 500 W/dm³.

25 El diseño del inversor se puede simplificar también al estar situadas en la tapa frontal una entalladura para un elemento de accionamiento del seccionador DC y una entrada de aire y al estar guiado preferentemente un árbol de accionamiento del seccionador DC a través de orificios en la placa de circuito impreso y en el disipador de calor hacia la tapa frontal. Por tanto, el acceso al inversor puede ser necesario solo desde el lado frontal de la carcasa, lo que puede ser ventajoso en diferentes variantes de montaje, por ejemplo, un montaje en la pared o el techo. Dado que el árbol de accionamiento del seccionador DC está guiado preferentemente a través de orificios en la placa de circuito impreso y en el disipador de calor del seccionador DC hacia la tapa frontal, el elemento de accionamiento del seccionador DC en la tapa frontal y el seccionador DC en la segunda cámara de carcasa interior pueden estar dispuestos directamente en la placa de circuito impreso. El seccionador DC se puede accionar fácilmente desde el exterior, pudiéndose conseguir, no obstante, un diseño simple y compacto del inversor según la invención.

30 Si en el lado estrecho de la carcasa, en particular en todos los lados estrechos de la carcasa, entre la tapa frontal y la pieza de base están previstos orificios, en particular en forma de ranura, para la salida de aire, el aire de salida caliente del inversor se puede distribuir uniformemente. Si varios inversores están dispuestos específicamente uno al lado de otro, la distribución lateral uniforme del aire de salida puede ser ventajosa, porque los inversores situados uno al lado del otro no se calientan mutuamente en todo su flujo de aire de salida caliente. Esto se puede observar en particular en el caso de una disposición de la entrada de aire en la tapa frontal, porque así el aire de salida de un aparato contiguo no se aspira o solo se aspira ligeramente.

35 Con preferencia, el disipador de calor está situado al menos por zonas en la tapa frontal de la carcasa, lo que impide una vibración de la tapa frontal a causa del flujo de aire de enfriamiento aspirado o de las oscilaciones generadas por los componentes eléctricos o el motor del ventilador.

40 Si el disipador de calor se sitúa al menos por zonas a continuación de las paredes laterales de la pieza de base de la carcasa y el disipador de calor forma un medio de refuerzo para la carcasa, la estabilidad del inversor ensamblado se puede mejorar mediante el disipador de calor, lo que permite un diseño más simple y económico de la carcasa. En particular la pieza de base de la carcasa se puede beneficiar de un refuerzo con ayuda del disipador de calor.

45 El disipador de calor divide la carcasa en al menos dos cámaras de carcasa, estando dispuesta preferentemente una junta entre el disipador de calor y la pieza de base. De este modo, la primera cámara de carcasa exterior puede alojar el aire de enfriamiento del exterior de la carcasa, enfriar el disipador de calor y liberar nuevamente el aire de enfriamiento hacia el exterior. El disipador de calor en la primera cámara de carcasa exterior está protegido también del sol mediante la tapa frontal, lo que puede ser ventajoso en particular al estar montado el inversor al aire libre. Por consiguiente, se puede impedir eficazmente un calentamiento del espacio interior por la radiación solar. La segunda cámara de carcasa interior, en cambio, no se pone en contacto con el aire de enfriamiento del exterior de la carcasa y, por tanto, se puede proteger contra la suciedad y el polvo. Debido a la disposición de los componentes eléctricos

en esta segunda cámara de carcasa interior es posible aumentar la vida útil, así como los intervalos de mantenimiento del inversor, porque los componentes eléctricos sensibles quedan protegidos contra la suciedad y el polvo, lo que se mejora en particular mediante la junta dispuesta preferentemente.

5 Si la sección longitudinal de la pieza de base de la carcasa está configurada esencialmente con una forma trapezoidal, en la que las dos paredes laterales de la pieza de base están en paralelo entre sí y una pared lateral está configurada más abajo que la otra pared lateral, se consigue en el caso de la pared lateral más alta una zona más grande de la pieza de base que proporciona una mejor convección del aire de enfriamiento y en general un mejor enfriamiento del inversor. Si entre el disipador de calor y la pieza de base está dispuesta una junta, en una pieza de base con una sección longitudinal trapezoidal se puede obtener un contorno de junta plano que permite una fabricación simple y económica de la junta. El hecho de que la placa de circuito impreso esté dispuesta con su lado de componente en dirección del fondo de la pieza de base y a continuación de la pared lateral más alta de la pieza de base, hace posible que los componentes más altos se puedan posicionar también en la zona de la pared lateral más alta. Dado que los componentes más altos pueden tener a menudo también una disipación de calor mayor, esta disposición en la zona del borde puede contribuir adicionalmente al enfriamiento del intercambiador de calor. Si el inversor está montado especialmente en la pared, esta pared lateral más alta puede estar dispuesta arriba. La respectiva disposición de los componentes más calientes sobre los componentes más fríos puede influir favorablemente en el enfriamiento de todo el sistema. Por la otra parte, debido a la disposición de la placa de circuito impreso con su lado de componente en dirección del fondo de la pieza de base, las entradas DC y las salidas AC se disponen a distancia del fondo de la pieza de base, lo que puede facilitar el acceso a las entradas DC y las salidas AC. En particular si la placa de circuito impreso discurre en paralelo al disipador de calor y la pieza de base y el disipador de calor están configurados con una sección longitudinal trapezoidal, se puede conseguir una diferencia de altura en la zona de conexión. La puesta en marcha o el mantenimiento se puede mejorar así, pudiéndose utilizar, sin embargo, una junta con un contorno de obturación simple, sin diferencias de altura.

25 Esto se puede mejorar a su vez si una zona de conexión para conectar fuentes DC a la entrada DC y para conectar una carga o similar a la salida AC está configurada para situarse a continuación de la pared lateral baja de la pieza de base. Por tanto, en esta zona de la pared lateral baja se puede conseguir un acceso más fácil a las entradas y salidas, porque la pared lateral no representa un obstáculo durante la puesta en marcha y los trabajos de mantenimiento debido a su altura menor.

30 Dentro de la carcasa pueden estar dispuestos elementos conductores de aire para conducir específicamente el flujo de aire de enfriamiento a través de la carcasa. El enfriamiento de los componentes, que desprenden calor, se puede llevar a cabo entonces de una manera particularmente eficaz.

35 Se puede conseguir un apantallamiento electromagnético suficiente si están previstas chapas de apantallamiento para encerrar en forma de jaula la placa de circuito impreso, incluidos los grupos constructivos dispuestos encima, y si preferentemente el disipador de calor forma por zonas una parte de las chapas de apantallamiento. La jaula de Faraday, configurada por las chapas de apantallamiento, permite un apantallamiento particularmente eficaz de ondas electromagnéticas y el cumplimiento de valores límites EMV predefinidos. El hecho de que el disipador de calor configure por zonas las chapas de apantallamiento, simplifica el diseño del apantallamiento electromagnético. Dado que el disipador de calor conductor puede asumir, además del enfriamiento, la función de apantallamiento, esta doble función puede estar implementada solo con un elemento, específicamente el disipador de calor, en el lado de la placa de circuito impreso dirigido hacia el disipador de calor.

40 El apantallamiento electromagnético se puede mejorar si grupos constructivos individuales, en particular los filtros EMV, están apantallados con chapas de apantallamiento respecto a otros grupos constructivos. Un apantallamiento separado de grupos constructivos respecto a otros grupos constructivos, en particular los filtros EMV, puede impedir el incremento y la transmisión de radiaciones de grupos constructivos individuales a otros grupos constructivos, lo que permite cumplir los valores límites permitidos para la radiación.

45 La funcionalidad del inversor se puede ampliar al presentar el inversor una unidad de comunicación, estando dispuesta dicha unidad de comunicación directamente en la placa de circuito impreso. La unidad de comunicación puede estar formada en particular por una llamada unidad de comunicación por línea eléctrica. La disposición directa en la placa de circuito impreso apoya el diseño compacto del inversor. En dependencia de la disposición de la unidad de comunicación se pueden intercambiar informaciones con componentes preconectados o posconectados del sistema energético, por ejemplo, baterías, módulos solares y/o contadores inteligentes.

55 En un inversor fotovoltaico para transformar la tensión continua de conjuntos de módulos solares, la unidad de comunicación puede estar configurada, por ejemplo, para la comunicación con la electrónica de módulo en los módulos solares. De esta manera, las informaciones a nivel de módulo se pueden hacer accesibles al inversor. Además, se puede comunicar con un elemento de seguridad dispuesto en el lado del módulo, una llamada caja de desconexión rápida (Rapid Shutdown Box), para desconectar el suministro de energía directamente en los módulos solares en caso de avería.

Si el convertidor DC-AC y/o el convertidor DC-DC están configurados para un flujo de energía bidireccional, es posible tanto suministrar la energía al consumidor o los consumidores como almacenar la energía a fin de cargar

acumuladores de energía disponibles, por ejemplo, baterías. Un inversor de este tipo puede almacenar tanto la energía en acumuladores de energía previstos al respecto como extraerla y, por tanto, se puede utilizar también para un suministro temporal de energía de emergencia. En dependencia del respectivo acumulador de energía, éste se puede conectar a las entradas DC, pero también al circuito intermedio.

5 La presente invención se explica en detalle a continuación con referencia a los dibujos adjuntos que muestran a modo de ejemplo, de manera esquemática y no limitante, configuraciones ventajosas de la invención. Muestran:

- Fig. 1 un esquema de bloques de un inversor a modo de ejemplo;
- Fig. 2 un dibujo despiezado de un inversor;
- Fig. 3 una vista en planta de la placa de circuito impreso del inversor;
- 10 Fig. 4 una vista lateral de la carcasa del inversor;
- Fig. 5 un corte longitudinal a través de la carcasa del inversor a lo largo de la línea de corte V-V según la figura 2; y
- Fig. 6 un dibujo despiezado de la placa de circuito impreso y de chapas de apantallamiento envolventes del inversor.

15 La figura 1 muestra el esquema de bloques de un inversor 1 a modo de ejemplo, en particular un inversor fotovoltaico, que sirve para transformar una tensión continua U_{DC} en una tensión alterna U_{AC} . En este ejemplo de realización, la tensión continua U_{DC} es producida por los módulos solares 2 de la instalación fotovoltaica. Algunos módulos solares 2 están provistos de una electrónica de módulo 3 y una llamada caja de desconexión rápida (Rapid Shutdown Box) 4 puede estar dispuesta cerca de los módulos solares 2 que producen energía. La caja de desconexión rápida 4 es una medida de seguridad para caso de avería con el fin de poder interrumpir el flujo de energía también cerca de los módulos solares 2. El suministro de la tensión continua U_{DC} al inversor 1 se realiza mediante la entrada DC 5. En una instalación fotovoltaica, varios módulos solares 2 están interconectados usualmente para formar conjuntos 6, conectándose varios conjuntos 6 en paralelo a una entrada DC 5. El inversor 1 está provisto normalmente de varias entradas DC 5, de las que solo se ha representado una entrada DC 5 en el esquema de bloques para simplificar. A continuación de esta entrada DC 5 o estas entradas DC 5 está dispuesto un seccionador DC 7 para poder interrumpir el suministro de energía al inversor 1. Mediante el convertidor DC-DC 8, el circuito intermedio 9 y el convertidor DC-AC 10 se transforma la tensión continua U_{DC} y la potencia eléctrica se transmite a continuación en forma de una tensión alterna U_{AC} a la salida AC 11. La transformación de la tensión continua U_{DC} en la tensión alterna U_{AC} se realiza bajo el control de una unidad de control 12 que mediante valores de medición y valores de ajuste, no representados en detalle, adapta los parámetros operativos actuales. Además, la unidad de control 12 tiene acceso a una unidad de comunicación 13, por ejemplo, una unidad de comunicación por línea eléctrica, para intercambiar datos con componentes alejados del inversor, por ejemplo, la electrónica de módulo 3 de módulos solares 2.

35 Los componentes del inversor 1, mencionados arriba, están montados usualmente en una carcasa 14, cuyos elementos envolventes son la tapa frontal 15 y la pieza de base 16, como se representa en el dibujo despiezado de una realización a modo de ejemplo en la figura 2. Esta figura muestra, visto de izquierda a derecha, la tapa frontal 15, el elemento de accionamiento 17 para el seccionador DC 7, la cubierta 18, la zona de conexión 19, el disipador de calor 20 montado en la pieza de base 16 y el soporte de pared 21. El soporte de pared 21 presenta para su fijación varios agujeros 22. Para la fijación de la pieza de base 16 o del inversor ensamblado 1 en el soporte de pared 21 están presentes dos puntos de sujeción 23, 24 a ambos lados respectivamente de la pieza de base 16. Los puntos de sujeción superiores 23 se pueden guiar hacia los alojamientos correspondientes 25 del soporte de pared 21 y mediante un movimiento pivotante subsiguiente, los puntos de sujeción inferiores 24 se pueden enganchar en el soporte de pared 21. La pieza de base 16 configura también a ambos lados entre los puntos de sujeción 23, 24 para el soporte de pared 21 depresiones de agarre 26. Esto permite una fijación fácil y sin herramientas del inversor 1 en el soporte de pared 21, consiguiéndose una unión estable a pesar de prescindirse de una unión atornillada. En la parte inferior de la pieza de base 16, que no está cubierta con el disipador de calor 20, se puede observar la zona de conexión 19. En esta zona están dispuestos en la pieza de base 16 varios orificios de conexión 27 que se pueden romper. En el interior de la zona de conexión 19 se puede observar también un inserto metálico 28. Éste se ha de conectar a tierra al conectarse el inversor 1 y representa la protección de puesta a tierra para toda la zona de conexión 19. Los bornes de conexión 29, 30 de la entrada DC 5 y la salida AC 11 se pueden observar en la zona de conexión superior 19.

Los bornes de conexión 29, 30 están diseñados de manera enchufable y establecen la conexión con la placa de circuito impreso 32 (véase figura 3) que está dispuesta en la pieza de base 16 en el inversor representado 1. Según la invención, en la placa de circuito impreso 32 están posicionados en grupos constructivos 31 los componentes eléctricos 33 del convertidor DC-DC 8, del circuito intermedio 9 y del convertidor DC-AC 10. El seccionador DC 7, así como los grupos constructivos 31 del convertidor DC-DC 8, del circuito intermedio 9 y del convertidor DC-AC 10 están dispuestos directamente en la placa de circuito impreso 32 en forma de U en correspondencia con la dirección de flujo de energía 34 de la entrada DC 5 a la salida AC 11. Para el montaje del seccionador DC 7 en la placa de circuito impreso 32 se utiliza una variante especial de un seccionador DC 7 con conexiones soldadas. Por consiguiente, el seccionador DC 7 se monta en dirección de flujo de energía a continuación de la entrada DC 5 en la placa de circuito impreso 32. De manera adicional a los grupos constructivos 31 mencionados antes, en el ejemplo de realización mostrado puede estar dispuesta una llamada unidad de monitorización de corriente residual 35

- (Residual Current Monitoring Unit) en la placa de circuito impreso 32 para monitorizar las corrientes de suma. La disposición conjunta de los componentes 33 en una placa de circuito impreso 32 simplifica claramente el diseño del inversor 1. Por tanto, se puede optimizar mejor el proceso de fabricación, por una parte, por ejemplo, mediante la soldadura por ola de todas las conexiones de alta corriente con la eliminación simultánea de uniones cableadas que son propensas a fallos. Por la otra parte, se consigue también un mantenimiento mejorado y una reparación simplificada, porque en caso de avería se puede sustituir toda la placa de circuito impreso 32. En este sentido es necesario solo desconectar los bornes de conexión 29, 30, diseñados de manera enchufable, en la entrada DC 5 o la salida AC 11, sustituir la placa de circuito impreso 32 y reconectarla. Con este fin es ventajosa también la disposición en U de los grupos constructivos 31 de la entrada DC 5 a la salida AC 11, porque, por una parte, se requieren solo conexiones cortas entre los grupos constructivos 31 y, por la otra parte, la entrada DC 5 y la salida AC 11 están dispuestas también en una zona del borde lateral de la placa de circuito impreso 32, específicamente la zona del borde dirigida hacia la zona de conexión 19. El funcionamiento del inversor 1 se puede restablecer así en un período de tiempo más corto. Por tanto, no es necesario ejecutar in situ una búsqueda compleja de averías en un grupo constructivo 31 o un componente 33 en el equipo instalado.
- Como se puede observar en la figura 2, el disipador de calor 20 está dispuesto también con su plano de extensión principal 36 esencialmente en paralelo entre la tapa frontal 15 y la pieza de base 16. El disipador de calor 20 divide entonces la carcasa 14 en dos cámaras 37, 38 (véase figura 5) y mejora simultáneamente su estabilidad mecánica. El ventilador 39 está dispuesto en el frontal delantero del aparato entre la tapa frontal 15 y el disipador de calor 20 con la dirección del aire en perpendicular al disipador de calor 20. En el ejemplo de realización mostrado, el ventilador 39 está situado centralmente en el disipador de calor 20 e introducido en una entalladura del disipador de calor 20. No obstante, sería posible también la utilización de un ventilador 39, claramente mayor, con un diámetro de aproximadamente la anchura de la carcasa, sin influir notablemente en la profundidad de la carcasa. Un inversor 1 con un diseño simple y compacto, que se puede utilizar también para densidades de potencia altas de 250 W/dm^3 a 500 W/dm^3 , se puede implementar como se muestra en el ejemplo de realización.
- En la figura 3 se puede observar también que la unidad de control 12 del inversor 1 está dispuesta centralmente en la placa de circuito impreso 32, específicamente en el centro de la disposición en U de los demás grupos constructivos 31. El resultado son las conexiones cortas con cada uno de los demás grupos constructivos 31. La unidad de control 12 asume también la función del seguidor de punto de máxima potencia (MPP-Tracker) de los módulos solares 2. De este modo se puede conseguir también un diseño compacto y simplificado en un inversor fotovoltaico 1, completamente desarrollado desde el punto de vista funcional, para módulos solares 2.
- El filtro EMV de entrada DC 40 y el filtro EMV de salida AC 41 están dispuestos directamente en la placa de circuito impreso 32. Los filtros EMV preconectados o posconectados se vuelven, por tanto, obsoletos y es posible, no obstante, cumplir las especificaciones relativas a la compatibilidad electromagnética. En el inversor 1, todos los componentes eléctricos están dispuestos en solo una placa de circuito impreso 32, lo que simplifica el diseño mecánico y eléctrico y mejora así también la manipulación y la facilidad del mantenimiento. En este sentido, la conexión a la entrada DC 5 y la salida AC 11 se realiza mediante enchufes a fin de poder ejecutar una conexión rápida y fácil de manipular a pesar del diseño compacto. Un inversor 1, según la invención, cuyos componentes eléctricos 33 en su totalidad, incluida la unidad de control, están dispuestos en una placa de circuito impreso 32, proporciona ventajas evidentes en relación con la compactibilidad, el diseño mecánico y eléctrico, así como el mantenimiento.
- Dado que tanto el convertidor DC-DC 8 como el convertidor DC-AC 10 están configurados preferentemente para frecuencias de conmutación de 30 kHz y superiores, es posible una disposición simplificada de los grupos constructivos 31 del convertidor DC-DC 8, del circuito intermedio 9 y del convertidor DC-AC 10 en solo una placa de circuito impreso 32. Estas frecuencias de conmutación superiores se consiguen mediante la utilización de la conmutación de voltaje cero o mediante un balance de conmutación activo. Por tanto, las pérdidas de conmutación se minimizan, lo que permite solo el uso económico de las altas frecuencias de conmutación. Debido al uso precisamente de estas frecuencias de conmutación superiores es posible la utilización de bobinas y reactancias 42 de dimensiones más pequeñas, lo que simplifica el montaje en la placa de circuito impreso 32, porque se puede eliminar una fijación mecánica adicional de estos componentes 33.
- Como se puede observar en la figura 2, en la tapa frontal 15 está situada una entalladura 43 para un elemento de fijación 17 del seccionador DC 7 y una entrada de aire 44. Por debajo de la entrada de aire 44 está instalado un elemento de visualización y operación 45 con un sensor capacitivo 46 y LEDs 47. De este modo, durante el funcionamiento solo es necesario acceder al inversor 1 por el lado frontal de la carcasa, lo que hace que el inversor 1 sea adecuado para el montaje tanto en la pared como en el techo.
- En la vista lateral del inversor 1 en la figura 4 se puede observar un orificio 48 en forma de ranura para crear una salida de aire en el lado estrecho de carcasa 49 entre la tapa frontal 15 y la pieza de base 16. Como se puede observar, este orificio 48 se extiende también por el lado estrecho superior 50 y a continuación hasta el lado estrecho opuesto al lado estrecho de carcasa 49. En el lado estrecho inferior 51 hay ventajosamente también un orificio 52 en forma de ranura que se puede observar en la sección de la figura 5. Por consiguiente, el aire de salida caliente del inversor 1 se distribuye en todos los lados alrededor de la carcasa 14. En caso de disponerse varios inversores 1 uno al lado del otro no existe entonces el peligro de que el aire de salida caliente de un inversor 1 sea

aspirado por inversores 1, contiguos al mismo, como “aire de enfriamiento”, lo que reduciría claramente la eficiencia del enfriamiento. Asimismo, la disposición de la entrada de aire 44 en la tapa frontal 15 resulta en este sentido ventajosa, porque el aire de salida caliente de un aparato contiguo no se aspira o se aspira solo ligeramente.

5 En el corte longitudinal de la figura 5 se puede observar que el disipador de calor 20 está en contacto al menos por zonas con la tapa frontal 15. La tapa frontal 15 se apoya mediante cuatro pivotes 53, visibles en las figuras 2 y 5. La tapa frontal 15 engrana con su borde superior por detrás de resaltos 54 del disipador de calor 20, se apoya en los pivotes 53 y se fija con tornillos 55 por su borde inferior en el disipador de calor 20. La tensión resultante de esto en la tapa frontal 15 impide vibraciones de la tapa frontal 15 que se podrían originar durante el funcionamiento del inversor 1 o debido al flujo de aire de enfriamiento aspirado.

10 El disipador de calor 20 se apoya también con su marco periférico 56 en todas las paredes laterales 57, 62, 63 de la pieza de base 16 y crea así un refuerzo para la carcasa 14. La estabilidad de la carcasa de inversor 14 ensamblada se mejora mediante el disipador de calor 20, lo que permite un diseño más simple y económico de la pieza de base 16.

15 El disipador de calor 20 divide también la carcasa 14 en al menos dos cámaras de carcasa 37, 38. La primera cámara de carcasa exterior 37 se forma entre la tapa frontal 15 y el disipador de calor 20 y la segunda cámara de carcasa interior 38 se forma entre el disipador de calor 20 y la pieza de base 16. Por tanto, el aire de enfriamiento del exterior de la carcasa 14 se aloja solo en la primera cámara de carcasa exterior 37 para enfriar el disipador de calor 20. El disipador de calor 20 queda protegido del sol también mediante la primera cámara de carcasa exterior 37, lo que evita un calentamiento del disipador de calor 20 por la radiación solar directa. Esto es ventajoso en particular en caso de montarse el inversor 1 al aire libre. La segunda cámara de carcasa interior 38, en cambio, no se pone en contacto con el aire de enfriamiento del exterior de la carcasa 14 y, por tanto, se protege contra la suciedad y el polvo. Debido a la disposición de los componentes eléctricos 33 en esta segunda cámara de carcasa interior 38 se aumentan la vida útil, así como los intervalos de mantenimiento del inversor 1, porque se impiden averías causadas por la suciedad.

25 Con la junta 58 situada entre el disipador de calor 20 y la pieza de base 16 se sella la segunda cámara de carcasa interior 38 y se protege mejor la segunda cámara de carcasa interior 38 contra la suciedad y el polvo.

30 El árbol de accionamiento 59 del seccionador DC 7 está guiado a través de orificios 60 en la placa de circuito impreso 32 y el disipador de calor 20 hacia el lado delantero de la carcasa 14. El árbol de accionamiento 59 discurre a través de la cámara de carcasa exterior 37. Esto permite disponer el elemento de accionamiento 17 del seccionador DC 7 en la tapa frontal 15, por una parte, y del seccionador DC 7 en la segunda cámara de carcasa interior 38 directamente en la placa de circuito impreso 32, por la otra parte. A tal efecto, el centro del seccionador DC 7 está alineado con el orificio 60 en la placa de circuito impreso 32 y el disipador de calor 20 para que el árbol de accionamiento 59 pueda engranar en el seccionador DC 7. El elemento de accionamiento 17 está fijado por arrastre de forma en una entalladura del disipador de calor 20, sobresaliendo el árbol de accionamiento 59 por el orificio 60 y engranando en el seccionador DC 7. Como resultado de esta fijación del elemento de accionamiento 17 se sella al mismo tiempo el orificio 60, lo que mantiene protegida la segunda cámara interior 38 contra la suciedad y el polvo a pesar de la disposición del árbol de accionamiento 17 a través de la misma. El seccionador DC 7 se puede accionar así fácilmente desde el exterior, consiguiéndose, no obstante, un diseño simple y compacto del inversor 1 según la invención.

40 Según la figura 5, el corte longitudinal a lo largo de la línea de corte V-V según la figura 2 de la pieza de base 16 es esencialmente trapezoidal, estando situadas las dos paredes laterales 62, 63 en paralelo entre sí. Por consiguiente, la pared lateral 62 se ha configurado más alta que la otra pared lateral 63. Dado que el plano de extensión principal 36 del disipador de calor 20 se encuentra en paralelo al fondo 64 de la pieza de base 16, el marco periférico 56 del disipador de calor 20 está inclinado respecto al plano de extensión principal 36 para finalizar con las paredes laterales 62, 63 de la pieza de base 16. Este ángulo 65 entre el marco periférico 56 del disipador de calor 20 y el plano de extensión principal 36 se puede observar bien en la figura 6. En la pared lateral más alta 62 se consigue así una zona con una profundidad ampliada entre el disipador de calor 20 y la pieza de base 16, lo que permite la disposición de componentes 33 más altos y una mejor convección del aire de enfriamiento y proporciona en general un inversor 1 con un diseño compacto. Asimismo, una pieza de base 16 con un corte longitudinal trapezoidal V-V se caracteriza por un contorno de junta plano, sin diferencias de altura. Por tanto, se puede utilizar una junta de montaje económica, a diferencia de un costoso proceso de sellado con espuma. El diseño se simplifica en general, siendo posible así una fabricación más económica.

55 La placa de circuito impreso 32 está dispuesta con su lado de componente 66 en dirección del fondo 64 de la pieza de base 16 y a continuación de la pared lateral más alta 62 de la pieza de base 16. De esta manera se crea un volumen de espacio suficientemente grande para posicionar también componentes más altos 33. Como resultado del volumen mayor, los componentes más altos 33 tienen también a menudo una mejor disipación de calor y un posicionamiento en la zona del borde produce una mejor disipación de calor. Esto influye positivamente en general en el enfriamiento del inversor 1, especialmente si el inversor 1 está montado en la pared y dicha pared lateral más alta 62 se encuentra dispuesta arriba. Los componentes 33 más calientes están situados entonces sobre los componentes más fríos, lo que mejora la emisión de calor al entorno. Debido a la disposición de la placa de circuito

impreso 32 con su lado de componente 66 en dirección del fondo 64 de la pieza de base 16, las entradas DC 5 y las salidas AC 11 están dispuestas también a distancia del fondo 64 de la pieza de base 16, lo que facilita el acceso a las entradas DC 5 y las salidas AC 11. Esto, a su vez, resulta ventajoso para la puesta en marcha y el mantenimiento del inversor 1 a pesar de su diseño compacto.

5 La zona de conexión 19 está configurada a continuación de la pared lateral baja 63 de la pieza de base 16, lo que mejora el acceso a la entrada DC 5 o la entrada AC 11. La pared lateral 63 en esta zona permite, debido a su menor altura, un fácil acceso a los bornes de conexión 29, 30 durante la puesta en marcha y los trabajos de mantenimiento. Como se puede observar en la figura 2, el cuerpo de enfriamiento 20 presenta en la zona de conexión 19 un orificio 67 que permite un acceso ventajoso a los bornes de conexión 29, 30 de la entrada DC 5 y la salida AC 11 para la
10 puesta en marcha y el mantenimiento. El aislamiento de la segunda cámara de carcasa interior 38 respecto al aire exterior durante el funcionamiento del inversor 1 se garantiza mediante una cubierta 18 para la zona de conexión 19.

Dado que la placa de circuito impreso 32 está dispuesta con el lado opuesto al lado de componente 66 en el disipador de calor 20, la placa de circuito impreso 32 y, por tanto, sus componentes eléctricos 33 se enfrían ventajosamente. Además, se simplifica el trabajo de mantenimiento y reparación in situ, porque la placa de circuito
15 impreso 32 y el disipador de calor 20 están disponibles conjuntamente como elemento de sustitución. Adicionalmente, los elementos conductores de aire 68 dentro de la carcasa 14 mejoran el enfriamiento del inversor 1. El flujo de aire de enfriamiento se conduce específicamente con ayuda de los elementos conductores de aire 68 a través de la carcasa 14 para posibilitar el enfriamiento particularmente eficiente de los componentes 33 que desprenden calor. Estos elementos conductores de aire 68 están dispuestos mayormente en el disipador de calor
20 20, pero están formados también en otras partes del inversor, por ejemplo, la cubierta 18 de la zona de conexión 19.

Como se puede observar en la figura 5 o el dibujo despiezado en la figura 6, las chapas de apantallamiento 69, 70, 71 encierran en forma de jaula los grupos constructivos individuales 31, incluida la parte correspondiente de la placa de circuito impreso 32, y forman una jaula de Faraday. A tal efecto, las chapas de apantallamiento laterales 69 sobre
25 los componentes 33 se unen mediante otra chapa de apantallamiento 70 dispuesta en paralelo a la placa de circuito impreso 32. Se consigue así un apantallamiento particularmente eficaz de las ondas electromagnéticas, que permite el cumplimiento de valores límites EMV predefinidos.

En el ejemplo de realización representado, el disipador de calor 20 forma la chapa de apantallamiento 71 en el lado de la placa de circuito impreso 32 opuesto al lado de componente 66. Esto simplifica el diseño del apantallamiento electromagnético, porque el disipador de calor 20 conductor de electricidad asume también, además del
30 enfriamiento, la función de apantallamiento. El disipador de calor 20 puede ser, por ejemplo, un disipador de calor de aluminio fundido a presión 20 que tiene también, además de una excelente conductividad térmica, una excelente conductividad eléctrica. Se elimina así una chapa de apantallamiento adicional 71 en paralelo a la placa de circuito impreso 32, lo que favorece el diseño compacto del inversor 1.

Para el apantallamiento electromagnético, los grupos constructivos 31 del convertidor DC-DC 8, del circuito intermedio 9 y del convertidor DC-AC 10 están apantallados adicionalmente con chapas de apantallamiento 72, 73 respecto a los filtros EMV 40 con la entrada DC 5 o la salida AC 11 correspondiente. A tal efecto, las chapas de
35 apantallamiento laterales 72 están dispuestas entre la placa de circuito impreso 32 y la chapa de apantallamiento 70 que cubre en el lado del componente. El espacio vacío entre el disipador de calor 20 y la placa de circuito impreso 32 se cierra con otras chapas de apantallamiento 73. Éstas se presionan en el lado del disipador de calor contra mandriles 74 formados por el disipador de calor 20 y se unen en el lado de la placa de circuito impreso a las chapas de apantallamiento laterales 72 de los filtros EMV 40, 41 de los grupos constructivos 31 a través de orificios situados en la placa de circuito impreso 32. Esta unión se puede realizar mediante una unión enchufable con muelles 75 soldados a la placa de circuito impreso 32, pero también es posible una unión directa con las chapas de
40 apantallamiento laterales 72 de los grupos constructivos 31. En caso de muelles 75 diseñados de manera especial en un lado de la placa de circuito impreso 32 y orificios en la placa de circuito impreso 32, con el mismo muelle 75 es posible una fijación de un filtro EMV 40, 41 en ambos lados de la placa de circuito impreso 32. El apantallamiento de los filtros EMV 40, 41 de otros grupos constructivos 31 impide un incremento o una intensificación de las radiaciones. Por tanto, incluso en caso de filtros EMV 40, 41 de pequeñas dimensiones se cumplen los valores límites permitidos.

50 Como se puede observar en la figura 3, cerca de la entrada DC 5 está dispuesta una unidad de comunicación 13 directamente en la placa de circuito impreso 32. De esta manera se pueden obtener informaciones de los componentes preconectados del sistema energético, de los suministradores de energía, por ejemplo, baterías o módulos solares 2, y el modo operativo del inversor 1 se puede adaptar sobre la base de datos y valores de medición actuales. Naturalmente, es posible también una unidad de comunicación, no representada en detalle, en la
55 zona de la salida AC 11 para compartir datos del inversor 1 o para comunicarse con contadores inteligentes, disponibles posiblemente.

En el ejemplo representado de un inversor fotovoltaico 1 según la figura 1, la unidad de comunicación 13 está configurada para la comunicación con la electrónica de módulo 3 en los módulos solares 2. Por tanto, las informaciones en el plano de módulo son accesibles al inversor 1 y son utilizadas por la unidad de control 12 para
60 controlar el inversor 1. Además, un elemento de seguridad dispuesto en el lado del módulo, una llamada caja de

desconexión rápida 4 (Rapid Shutdown Box), puede ser controlada por el inversor 1 para poder desconectar el suministro de energía directamente en los módulos solares 2 en caso de avería.

5 Es posible que tanto el convertidor DC-AC 10 como el convertidor DC-DC 8 estén configurados para un flujo de energía bidireccional. Por tanto, la energía se puede disipar mediante la salida AC 11 hacia el consumidor o los consumidores. No obstante, la energía se puede obtener también mediante la salida AC 11 para cargar acumuladores de energía disponibles, por ejemplo, baterías. En dependencia del respectivo acumulador de energía, éste se puede conectar a las entradas DC 5, pero también al circuito intermedio 9.

REIVINDICACIONES

1. Inversor (1) para transformar una tensión continua (U_{DC}) en una tensión alterna (U_{AC}), en particular un inversor fotovoltaico para densidades de potencia altas, en particular densidades de potencia de 250 W/dm^3 a 500 W/dm^3 , con al menos una entrada DC (5), una salida AC (11), un disipador de calor (20), una placa de circuito impreso (32), un seccionador DC (7), un convertidor DC-DC (8), un circuito intermedio (9), un convertidor DC-AC (10) y una carcasa (14) con una tapa frontal (15) y una pieza de base (16), **caracterizado porque** los componentes eléctricos (33) del convertidor DC-DC (8), del circuito intermedio (9) y del convertidor DC-AC (10) están reunidos en grupos constructivos (31), y al menos el seccionador DC (7), así como los grupos constructivos (31) del convertidor DC-DC (8), del circuito intermedio (9) y del convertidor DC-AC (10) están dispuestos directamente en la placa de circuito impreso (32) en forma de U en correspondencia con la dirección de flujo de energía (34) de la entrada DC (5) a la salida AC (11) y porque la placa de circuito impreso (32) está dispuesta con el lado de componente (66) indicando en la dirección del fondo (65) de la pieza de base (16) de la carcasa (14) y con el lado opuesto al lado de componente (66) en el disipador de calor (20).
2. Inversor (1) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la placa de circuito impreso (32) está dispuesta de manera inclinada, preferentemente en un ángulo máximo (65) de 15° , respecto al fondo (65) de la pieza de base (16).
3. Inversor (1) de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** está prevista una unidad de control (12), estando dispuesta dicha unidad de control (12) centralmente en la placa de circuito impreso (32).
4. Inversor (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** está previsto al menos un filtro EMV (40, 41), en particular un filtro EMV de entrada DC (40) y/o un filtro EMV de salida AC (41), estando dispuesto el al menos un filtro EMV (40, 41) directamente en la placa de circuito impreso (32).
5. Inversor (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** el convertidor DC-DC (8) y el convertidor DC-AC (10) están configurados para frecuencias de conmutación superiores a 30 kHz, en particular frecuencias de conmutación superiores o iguales a 100 kHz.
6. Inversor (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** en la tapa frontal (15) están dispuestas una entalladura (43) para un elemento de accionamiento (17) del seccionador DC (7) y una entrada de aire (44) y porque un árbol de accionamiento (59) del seccionador DC (7) está guiado preferentemente a través de orificios (60) de la placa de circuito impreso (32) y el disipador de calor (20) hacia la tapa frontal (15).
7. Inversor (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** en el lado estrecho de carcasa (49, 50 o 51), en particular en todos los lados estrechos de carcasa (49, 50, 51), están previstos entre la tapa frontal (15) y la pieza de base (16) orificios (48, 52), en particular en forma de ranura, para la salida de aire.
8. Inversor (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** el disipador de calor (20) está situado al menos por zonas a continuación de las paredes laterales (57, 62, 63) de la pieza de base (16) de la carcasa (14) y el disipador de calor (20) forma un medio de refuerzo para la carcasa (14).
9. Inversor (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** el disipador de calor (20) divide la carcasa (14) en al menos dos cámaras de carcasa (37, 38), estando dispuesta preferentemente una junta (58) entre el disipador de calor (20) y la pieza de base (16).
10. Inversor (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado porque** el corte longitudinal (V-V) de la pieza de base (16) está configurado esencialmente con una forma trapezoidal, estando situadas las dos paredes laterales (62, 63) de la pieza de base (16) en paralelo entre sí y estando configurada una pared lateral (63) más abajo que la otra pared lateral (62).
11. Inversor (1) de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado porque** una zona de conexión (19) para conectar fuentes DC a la entrada DC (5) y para conectar una carga o similar a la salida AC (11) está configurada para situarse a continuación de la pared lateral baja (63) de la pieza de base (16).
12. Inversor (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado porque** están previstas chapas de apantallamiento (69, 70, 71) para encerrar en forma de jaula la placa de circuito impreso (32), incluidos los grupos constructivos (31), y porque preferentemente el disipador de calor (20) forma por zonas una parte de las chapas de apantallamiento (71).
13. Inversor (1) de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado porque** grupos constructivos individuales (31), en particular los filtros EMV (40, 41), están apantallados respecto a otros grupos constructivos (31) con chapas de apantallamiento (72, 73).
14. Inversor (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado porque** está prevista una unidad de comunicación (13), estando dispuesta dicha unidad de comunicación (13) directamente en la placa de circuito impreso (32).

15. Inversor (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 14, **caracterizado porque** el convertidor DC-AC (10) y/o el convertidor DC-DC (8) están configurados para un flujo de energía bidireccional.

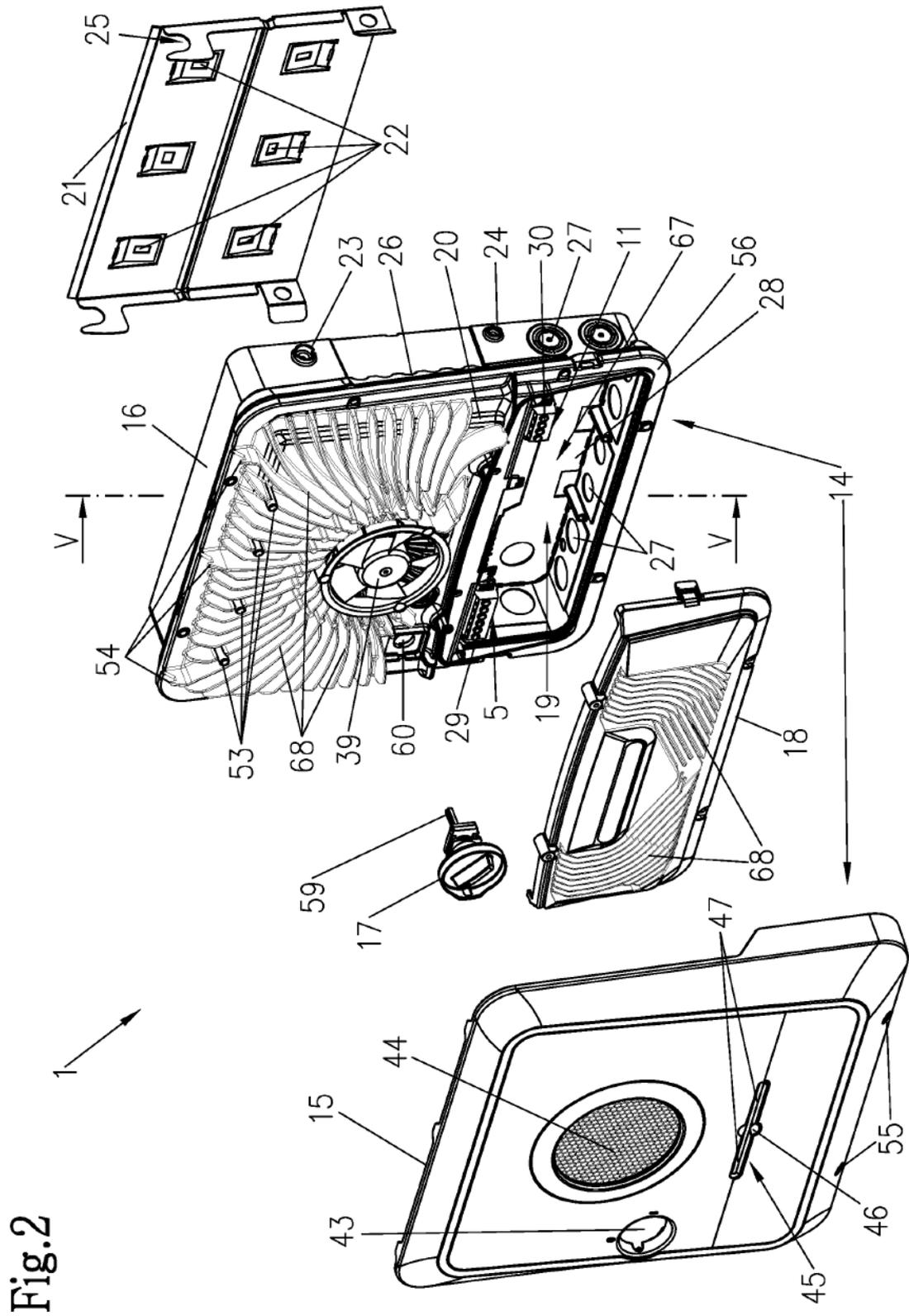


Fig. 2

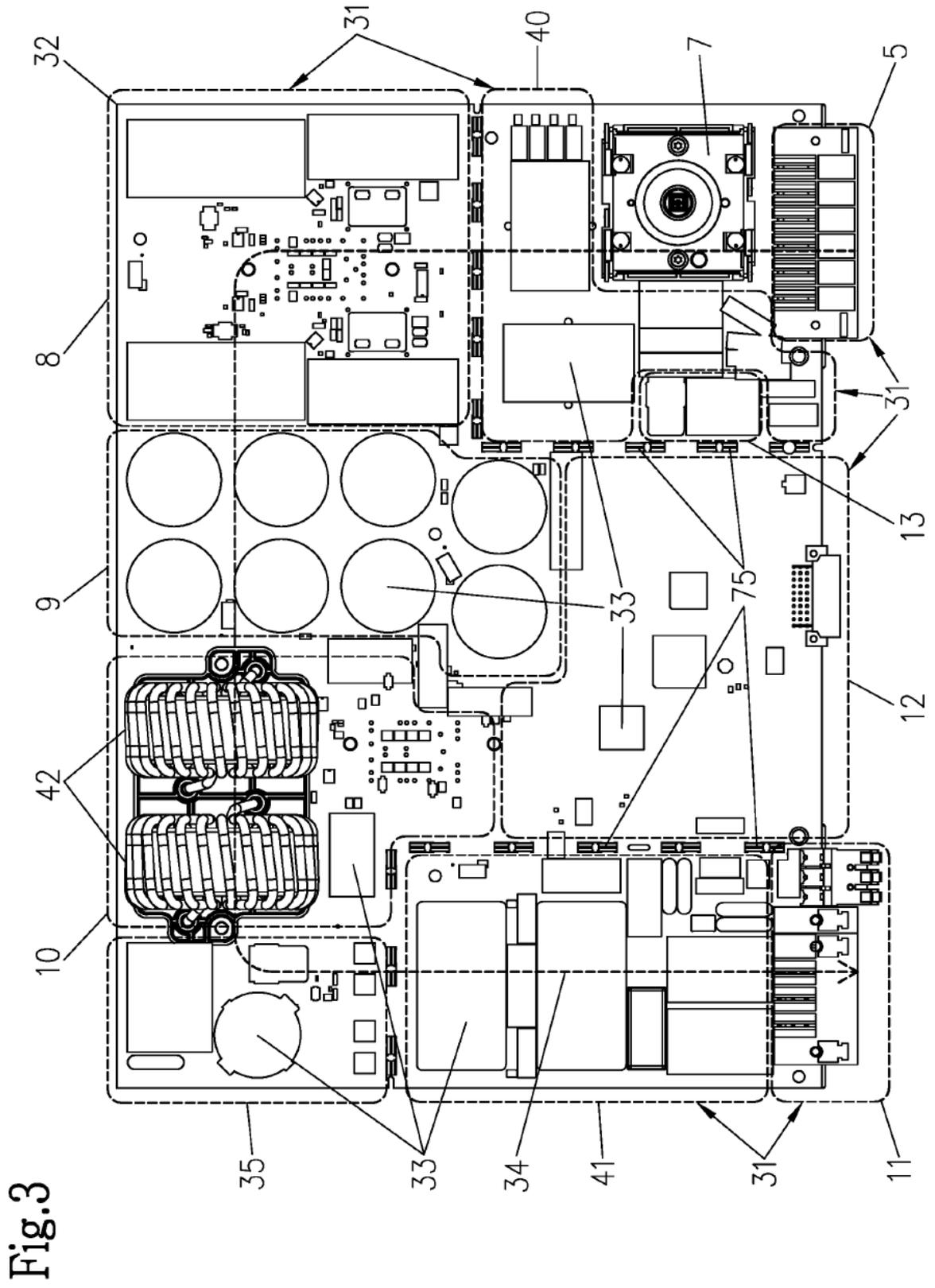


Fig.4

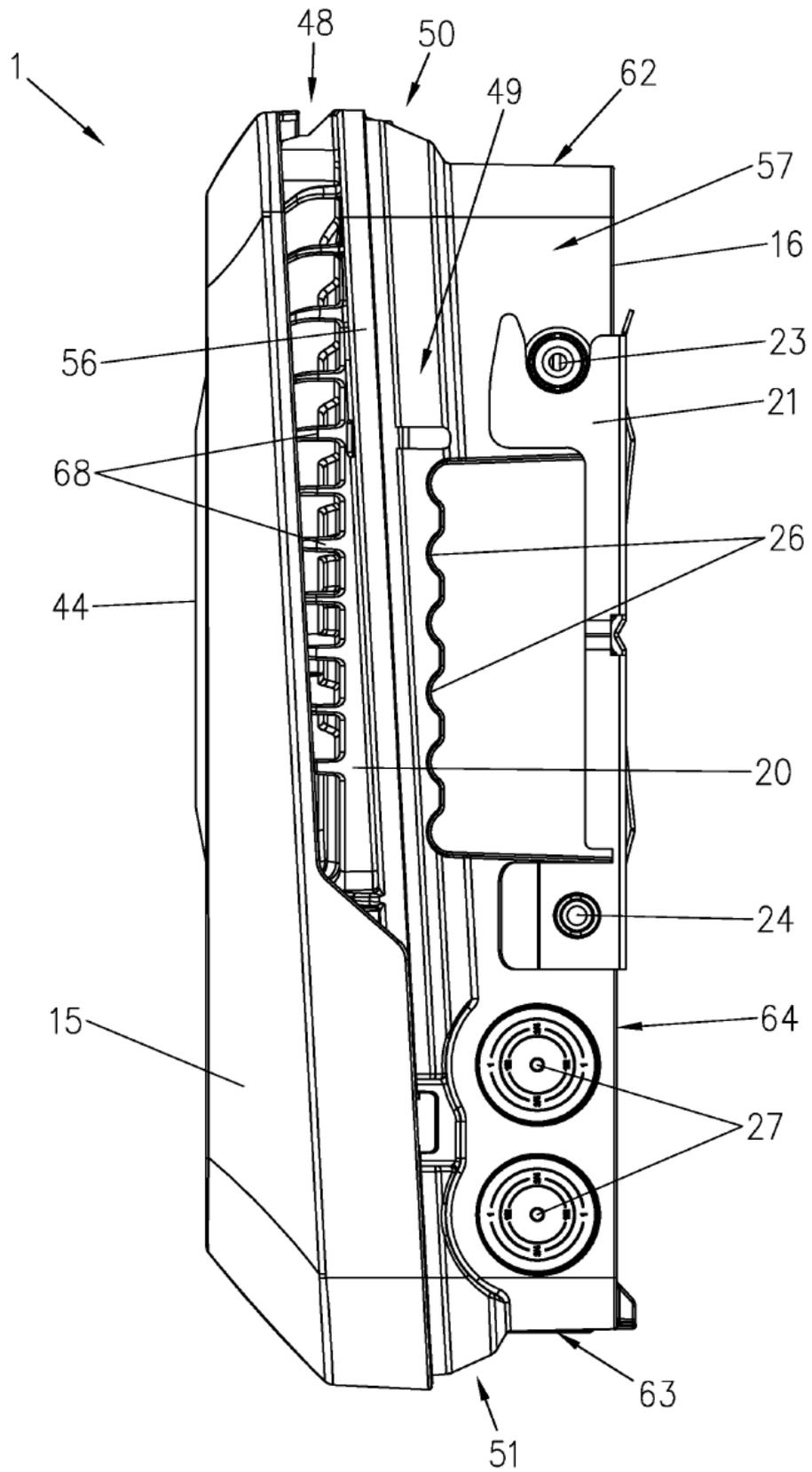


Fig.5

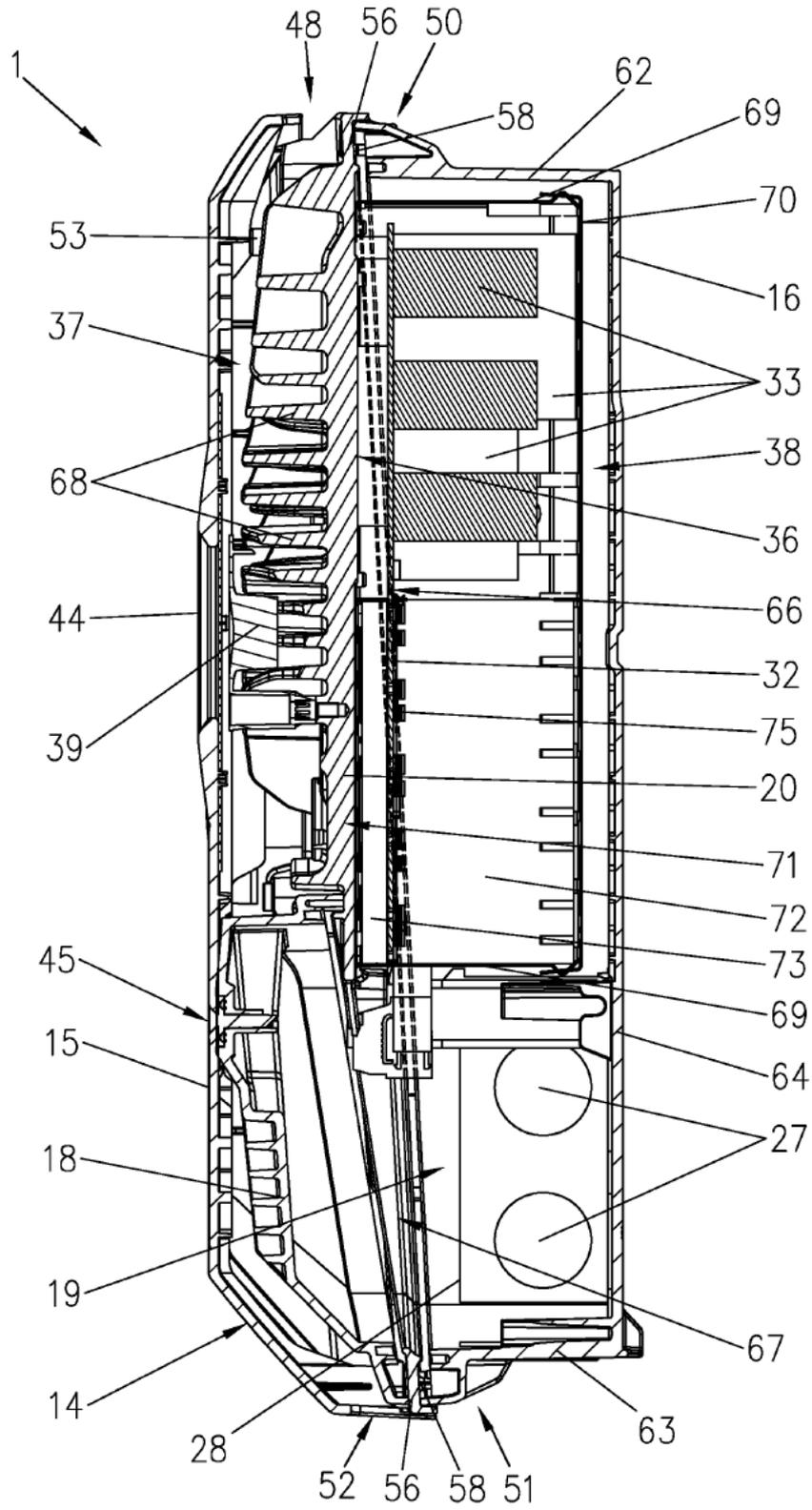


Fig.6

