

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 689 222**

51 Int. Cl.:

**H02M 3/02** (2006.01)

**H02M 1/00** (2006.01)

**H02M 3/158** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.11.2011 PCT/EP2011/069248**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.06.2012 WO12072359**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.11.2011 E 11776466 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.06.2018 EP 2647116**

54 Título: **Convertidor polifásico con fases acopladas magnéticamente**

30 Prioridad:

**01.12.2010 DE 102010062240**

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

**12.11.2018**

73 Titular/es:

**ROBERT BOSCH GMBH (100.0%)  
Postfach 30 02 20  
70442 Stuttgart, DE**

72 Inventor/es:

**HELMREICH, WOLFGANG y  
HELLWIG, ROLAND**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 689 222 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**

Convertidor polifásico con fases acopladas magnéticamente

**Estado de la técnica**

5 La invención parte de un convertidor polifásico de acuerdo con el género de la reivindicación independiente. Un convertidor polifásico genérico se conoce, por ejemplo, por el documento WO 2009/114873 A1. El convertidor DC/DC descrito en él comprende una bobina con una resistencia lineal inductiva, un sistema de conmutación y un filtro de salida. A este respecto, fases adyacentes están acopladas entre sí.

10 Por el documento EP 1145416 B1 se conoce ya un inversor para la transformación de energía eléctrica. En este caso, se propone que el tamaño de reactor se pueda reducir mediante el uso de inductancias acopladas. En este sentido, los reactores acoplados deben estar dimensionados de tal modo que las corrientes de carga de las ramas parciales se compensen entre sí y no se produzca una carga magnética de los reactores. Solo la corriente diferencial entre las ramas parciales individuales produce un campo magnético.

15 Por el documento DE 10039890 A1 se conoce ya un transformador planar. Un cuerpo de soporte fabricado de plástico contiene varias pistas conductoras estratificadas que están configuradas como chapas flexibles prensadas. A este respecto, las pistas conductoras están dispuestas de tal modo dentro del cuerpo de soporte de plástico que el plástico actúa como aislante entre las pistas conductoras. Además, el cuerpo de soporte contiene bobinados que forman un bobinado primario y un bobinado secundario de un transformador planar.

20 Por el documento DE 19500943 C1 se conoce ya un transformador planar para fuentes de alimentación conmutadas. En primer lugar, se provee una lámina de plástico de aberturas y recortes para el paso de los brazos laterales y el brazo central del núcleo magnético. La lámina de plástico es estampada con los dos bobinados y, a continuación, inyectada con masa de plástico. Se apilan varias placas de soporte. Después de haber sido instalados los núcleos magnéticos, se inyecta la unidad de montaje con la masa de plástico aislante.

25 Por el documento US 2008/303495 se conoce ya un dispositivo de alimentación de corriente con una fase desacoplada magnéticamente y un número impar de fases acopladas magnéticamente con un correspondiente equipo de control. En este sentido, están previstos agentes de conmutación, así como secciones de brazos y yugo de un correspondiente circuito magnético, de tal modo que al menos una primera fase está acoplada magnéticamente con al menos otra fase. Con ello, el documento US 2008/303495 A1 desvela el preámbulo de la reivindicación independiente 1 del objeto de la solicitud.

30 Es objetivo de la presente invención indicar un convertidor polifásico que se caracterice por una fabricación sencilla y otra reducción del espacio constructivo, en particular mediante un menor volumen del agente de acoplamiento, así como por una regulabilidad sencilla. Este objetivo se resuelve mediante las características de la reivindicación independiente.

La invención se refiere a un convertidor polifásico de acuerdo con la reivindicación 1. Formas de realización ventajosas se definen en las reivindicaciones dependientes.

**35 Ventajas de la invención**

40 El convertidor polifásico de acuerdo con la invención con las características de la reivindicación independiente 1 tiene al respecto la ventaja de una construcción económica, sencilla desde el punto de vista de la fabricación, del convertidor polifásico, dado que en particular pueden utilizarse formas de fase bidimensionales. También los agentes de acoplamiento se pueden disponer en forma de matrices. Con el correspondiente convertidor polifásico de acuerdo con las características de la reivindicación independiente, se puede evitar, por tanto, una construcción tridimensional compleja. Al estar previsto al menos un cuerpo aislante que aloja las fases que deben acoplarse en su lado superior o lado inferior y en el que está previsto al menos un agente de fijación que interactúa para la fijación con al menos una fase, se pueden realizar varias funciones. El cuerpo aislante se encarga de la fijación de las fases que deben disponerse de diferentes maneras o agentes de acoplamiento, así como del aislamiento de las fases entre sí de una manera particularmente ventajosa desde el punto de vista técnico de la fabricación. Puesto que solo debe llevarse a la posición coincidente un cuerpo aislante montado previamente con los agentes de acoplamiento correspondientemente dispuestos.

50 De acuerdo con la invención, está previsto que el cuerpo aislante presente al menos una entalladura para el alojamiento de al menos un agente de acoplamiento. De esta manera, se obtiene un montaje correcto en la posición del agente de acoplamiento con aislamiento simultáneo del agente de acoplamiento respecto a las fases dispuestas sobre el cuerpo aislante.

- 5 En un perfeccionamiento útil, está previsto un soporte que presenta al menos una superficie de apoyo para el alojamiento del agente de acoplamiento. De esta manera, puede efectuarse un montaje previo exacto en la posición de los agentes de acoplamiento, de tal modo que solo el soporte debe ser unido con el cuerpo aislante para la formación del convertidor polifásico. Para ello, el soporte presenta de manera particularmente preferente al menos un agente de fijación para la fijación del soporte con el agente de acoplamiento, el cuerpo aislante o un circuito impreso. De manera particularmente preferente, el agente de fijación del soporte interactúa con un elemento de sujeción para la fijación del agente de acoplamiento con el soporte. El elemento de sujeción puede fijar simultáneamente varias partes de varios agentes de acoplamiento, de tal modo que se puede reducir el esfuerzo de montaje. Además, el elemento de sujeción puede estar realizado como agente de resorte, por ejemplo, de chapa de resorte, de tal modo que, en particular en el caso de un agente de acoplamiento de dos piezas, las piezas son presionadas una contra otra por el elemento de sujeción, de tal modo que se reducen los intersticios de aire entre las partes de los agentes de acoplamiento.
- 10 En un perfeccionamiento útil, la superficie de apoyo del soporte está configurada de tal modo que el agente de acoplamiento solo se apoya parcialmente sobre el soporte. La superficie que no se apoya del agente de acoplamiento puede ser utilizada, por ejemplo, para la refrigeración por medio de circulación de aire.
- 15 En un perfeccionamiento útil, el soporte presenta al menos un agente de guía que interactúa para la guía con el agente de acoplamiento. De esta manera, se puede efectuar el montaje de los agentes de acoplamiento en posición exacta de manera particularmente sencilla sin que se requieran otros agentes auxiliares.
- 20 En un perfeccionamiento útil, está previsto que al menos dos fases, preferentemente tres fases, estén dispuestas espacialmente en un primer plano en el lado superior del soporte y que al menos otras dos fases, preferentemente otras tres fases, discurren espacialmente en un segundo plano en el lado inferior del soporte. Mediante esta disposición espacial pueden aislarse y montarse las fases de manera particularmente sencilla.
- 25 En un perfeccionamiento útil, está previsto que al menos una fase esté configurada con forma de U, rectangular y/o con forma de meandro. En un perfeccionamiento particularmente útil, está previsto que la fase dispuesta en uno de los lados del soporte esté configurada con forma de U y la fase dispuesta en el lado opuesto del soporte esté configurada con forma de meandro. Estas formas geométricas, se pueden fabricar de manera muy sencilla y posibilitan un acoplamiento magnético sencillo al poder ser rodeadas por agentes de acoplamiento secciones de fase paralelas y separadas.
- 30 En un perfeccionamiento útil, está previsto que el agente de fijación del cuerpo aislante comprenda al menos un gancho que interactúe con al menos una abertura o un borde lateral de una fase. De esta manera se posibilita un desplazamiento lateral hacia el posicionamiento correcto. En un perfeccionamiento útil, está previsto que un agente de fijación del cuerpo aislante interactúe con un borde lateral en la zona plegada de la fase. De este modo, se apoya en particular un montaje de las fases correcto en la posición y rápido.
- 35 En un perfeccionamiento útil, el cuerpo aislante presenta nervios para el aislamiento eléctrico de las fases entre sí o respecto al agente de acoplamiento. Esto eleva la seguridad respecto a cortocircuitos no deseados.
- En un perfeccionamiento útil, el nervio está dispuesto entre dos zonas plegadas de dos fases adyacentes. De esta manera, se pueden reducir más los requerimientos de espacio del convertidor polifásico, dado que el nervio garantiza el aislamiento eléctrico de fases adyacentes y simultáneamente fija su posición entre sí con pequeña separación.
- 40 En un perfeccionamiento útil, está previsto que el agente de fijación del soporte esté dispuesto entre entalladura y fase. Con ello, el contacto eléctricamente conductor entre fase y agente de acoplamiento se impide de manera segura fijándose simultáneamente fase y/o agente de acoplamiento.
- 45 En un perfeccionamiento útil, está previsto que el agente de fijación del cuerpo aislante interactúe con al menos una superficie de tope de la fase. De esta manera se garantiza un montaje correcto en la posición de la fase relativamente al cuerpo aislante.
- En un perfeccionamiento útil, está previsto que las fases estén realizadas como rejillas estampadas y/o como parte de un circuito impreso. Este tipo de fabricación es particularmente económica. En la integración de al menos una parte de las fases en un circuito impreso, pueden disponerse allí otros componentes electrónicos como los agentes de conmutación.
- 50 En un perfeccionamiento útil, está previsto que las fases estén configuradas como rejillas estampadas. Este tipo de fabricación se caracteriza por costes de fabricación económicos. En un sistema de seis fases, pueden configurarse en este sentido tres fases de forma rectangular y tres fases con forma de U. En lo esencial, pueden utilizarse las mismas formas geométricas, de tal modo que la fabricación se abarata más.

En un perfeccionamiento útil, está previsto que al menos dos fases que deben acoplarse estén rodeadas al menos parcialmente por un agente de acoplamiento, pudiéndose controlar las fases que deben acoplarse preferentemente con diferente dirección de corriente. Preferentemente, las fases que deben acoplarse discurren en la zona rodeada por el agente de acoplamiento de manera aproximadamente paralela al menos parcialmente. En un perfeccionamiento particularmente útil, está previsto que el agente de acoplamiento rodee al menos dos fases que deben acoplarse magnéticamente en cada caso en una primera zona y en una segunda zona. Mediante este tipo elegido del acoplamiento, pueden emplearse piezas estándar como, por ejemplo, núcleos de ferrita planares como agentes de acoplamiento. Estos pueden presentar una sección transversal con forma rectangular o de doble rectángulo. En un perfeccionamiento útil, está previsto que los agentes de acoplamiento estén dispuestos en forma de matriz. En particular en el caso de un contorno externo rectangular de los agentes de acoplamiento, pueden disponerse en el acoplamiento propuesto de seis fases los nuevos agentes de acoplamiento requeridos con forma de matriz (3x3) y, por tanto, ahorrando espacio y planarmente. En un perfeccionamiento útil, está previsto que el agente de acoplamiento comprenda al menos dos partes, presentando una de las partes una sección transversal con forma de U, O, I o E. Mediante esta estructura, pueden ser rodeadas de manera particularmente sencilla las fases que deben acoplarse por el agente de acoplamiento. En un perfeccionamiento útil, está previsto que, entre las dos partes, esté previsto un intersticio, preferentemente un intersticio de aire. De esta manera, se puede influir de manera particularmente sencilla en la inductancia. En un perfeccionamiento útil, está previsto que varios agentes de acoplamiento compuestos de al menos dos partes presenten al menos una parte común, preferentemente una placa de metal. De este modo podría facilitarse el montaje, dado que todos los agentes de acoplamiento podrían cerrarse en solo una etapa mediante colocación de la placa.

En un perfeccionamiento útil, está previsto que una fase esté acoplada con otra fase para la compensación al menos parcial de la parte continua de la curva de corriente. En un perfeccionamiento particularmente útil, está previsto que una fase esté acoplada magnéticamente con al menos otra fase que esté controlada en lo esencial con un desfase de aproximadamente 180°. De esta manera, se obtiene una compensación particularmente intensa de los campos de corriente continua, de tal modo que se puede reducir aún más la modulación magnética. Otra consecuencia es que se puede reducir el tamaño de los agentes de acoplamiento o se puede renunciar a un intersticio de aire. Mediante este tipo de acoplamiento de las fases, los agentes de acoplamiento pueden preverse en una disposición de matriz geoméricamente ventajosa. Esta se caracteriza por una estructura sencilla, el uso de agentes de acoplamiento sencillos como núcleos de ferrita planares y extensión espacial reducida. Además, se pueden dimensionar filtros con menor tamaño.

En un perfeccionamiento útil, está previsto que los agentes de conmutación controlen las fases secuencialmente y que una fase esté acoplada magnéticamente con al menos otra fase que se controle inmediatamente antes y/o después. En un perfeccionamiento particularmente útil, está previsto que una fase esté acoplada magnéticamente con al menos otra fase cuyo momento de activación o desactivación se sitúe inmediatamente antes y/o después. En un perfeccionamiento útil, está previsto que una fase esté acoplada magnéticamente con al menos otras dos fases que se controlen en cada caso inmediatamente antes y/o después. Mediante estos controles se obtienen curvas de corriente relativamente sencillas que también se pueden regular de manera relativamente sencilla.

En un perfeccionamiento útil, está previsto que estén previstos tres agentes de acoplamiento para acoplar magnéticamente una de las fases con otras tres fases. En un perfeccionamiento particularmente útil, está previsto que estén previstas exactamente seis fases, acoplando magnéticamente los agentes de acoplamiento cada una de las seis fases con otras tres de las seis fases. Con este tipo de acoplamiento se garantiza, por un lado, que las fases individuales aún puedan ser controladas de manera independiente unas de otras. Además, se puede elevar la seguridad contra fallos del convertidor polifásico gracias a la intensa interconexión de las fases.

Mediante el acoplamiento magnético de una fase con al menos otras tres fases se puede minimizar una influencia recíproca perturbadora de las fases. Las fases que deben acoplarse se seleccionan a este respecto de tal modo que se puede obtener una compensación óptima. Esto se efectúa en particular mediante un perfil de corriente inversa. El objetivo es en este sentido que las fases se acoplen magnéticamente de tal modo que el campo magnético resultante se minimice debido a las fases acopladas. De esta manera, se puede recurrir a un agente de acoplamiento pequeño desde el punto de vista del espacio constructivo como, por ejemplo, un núcleo de ferrita para el acoplamiento de los flujos magnéticos. Mediante un correspondiente acoplamiento se ha podido reducir mucho el campo magnético, de tal modo que también el correspondiente agente de acoplamiento, por ejemplo, un núcleo de ferrita, también puede ser reducido en su masa del correspondiente modo. En el acoplamiento propuesto pueden controlarse las fases sucesivamente. En este sentido, se generan curvas de corriente relativamente sencillas y, por tanto, fácilmente regulables. De manera particularmente útil, una fase -en una disposición con seis fases- se acopla con las dos fases adyacentes en cada caso y también con una fase desfasada en 180 grados. Por fase adyacente se entiende aquella que es controlada inmediatamente antes o después. En el acoplamiento magnético propuesto es posible, además, un control independiente de las fases individuales.

Al estar previstos agentes de acoplamiento que acoplan magnéticamente al menos una fase con al menos otras tres fases, se puede elevar la seguridad contra fallos, ya que por medio del acoplamiento al menos triple se obtiene una

mayor interconexión de las fases, de tal modo que el fallo de una fase no puede provocar estados de funcionamiento inseguros.

5 En un perfeccionamiento útil, está previsto que estén acopladas entre sí fases que presenten curvas de corriente aproximadamente en contrafase. De esta manera, se obtiene una compensación intensa de los campos de corriente continua, de tal modo que se puede reducir aún más la modulación magnética. Otra consecuencia es que se puede reducir el tamaño de los agentes de acoplamiento o se puede renunciar a un intersticio de aire.

10 En un perfeccionamiento útil, está previsto que estén previstos al menos dos agentes de acoplamiento, en particular tres, para acoplar magnéticamente una de las fases con otras dos fases, presentando al menos uno de los dos agentes de acoplamiento una menor inductancia que el otro agente de acoplamiento. Mediante una selección específica de la inductancia del agente de acoplamiento puede influirse en diferentes aspectos y optimizarse. Por un lado, la inductancia influye en la pérdida de potencia y, por tanto, también en el desarrollo de calor en los agentes de acoplamiento. Una reducción de la inductancia reduce también la pérdida de potencia. Además, una menor inductancia puede servir como protección contra saturación. De esta manera, agentes de acoplamiento con baja inductancia saturan más tarde en caso de corrientes elevadas, de tal modo que el convertidor polifásico en caso de fallo puede funcionar durante más tiempo en un estado de funcionamiento estable. Por otro lado, una elevada inductancia reduce el rizado de corriente, es decir, la ondulación de la corriente. De esta manera, con la selección de la inductancia apropiada se puede optimizar la distribución de pérdida, el comportamiento de saturación y la ondulación de corriente.

20 En un perfeccionamiento útil, está previsto que el agente de acoplamiento que acopla una fase con una fase que está controlada en lo esencial con un desfase de aproximadamente 180° presente una inductancia menor que al menos uno de los otros agentes de acoplamiento. De esta manera, estos agentes de acoplamiento por regla general más cargados pueden reducirse en lo que respecta a las pérdidas, de tal modo que se obtiene un menor desarrollo de calor.

25 En un perfeccionamiento útil, está previsto que estén previstos tres agentes de acoplamiento para acoplar magnéticamente una de las fases con otras tres fases, presentando al menos uno de los tres agentes de acoplamiento una menor inductancia que los otros dos agentes de acoplamiento. Con ello, se realiza para una fase una protección contra saturación que tiene efectos positivos sobre la estabilidad del sistema. De manera conveniente, para cada una de las preferentemente seis fases está previsto un agente de acoplamiento con baja inductancia. En un perfeccionamiento útil, está previsto que el agente de acoplamiento esté provisto de un intersticio de aire. De manera particularmente sencilla, se puede influir de este modo en la inductancia del agente de acoplamiento. Si en la construcción del agente de acoplamiento, por lo demás igual, se prevé un intersticio de aire, se reduce la inductancia respecto a la versión sin intersticio de aire. Esto puede efectuarse de manera particularmente útil acortando el brazo central de los tres brazos del agente de acoplamiento respecto a los dos exteriores, de tal modo que se forme así un intersticio de aire.

35 Otros perfeccionamientos útiles se extraen de otras reivindicaciones dependientes y de la descripción.

### Dibujo

En las figuras se representan varios ejemplos de realización y se describen con más detalle a continuación.

Muestran:

- la Figura 1, una disposición de circuito,
- 40 la Figura 2, una representación esquemática del correspondiente acoplamiento de las fases,
- la Figura 3, la disposición espacial de las distintas fases y agentes de acoplamiento,
- la Figura 4, un corte a través de un agente de acoplamiento con dos fases acopladas,
- la Figura 5, dos diseños típicos de las fases de acuerdo con el ejemplo de realización según la figura 3,
- la Figura 6, una vista en perspectiva de otro ejemplo de realización con segunda, cuarta y sexta fase,
- 45 la Figura 7, una vista en perspectiva de otro ejemplo de realización de primera, tercera y quinta fase,
- la Figura 8, una vista en perspectiva de un cuerpo aislante del otro ejemplo de realización,

la Figura 9, una vista en perspectiva del cuerpo aislante de acuerdo con la figura 8 con primera, tercera y quinta fase montadas,

la Figura 10, una vista posterior en perspectiva del ejemplo de realización de acuerdo con las figuras 8 y 9 con segunda y sexta fase montadas,

5 la Figura 11, una vista en perspectiva de un soporte,

la Figura 12, una vista superior sobre el soporte con agentes de acoplamiento parcialmente montados, así como

la Figura 13, una representación en perspectiva del ejemplo de realización de acuerdo con las figuras 8 a 10 con agentes ya completa o parcialmente montados.

10 La estructura de un convertidor polifásico 10 está representada de acuerdo con la figura 1 desde el punto de visto técnico del circuito. El convertidor polifásico 10 descrito en este caso a modo de ejemplo se compone de seis fases 11 a 16. Cada una de las fases 11 a 16 se puede controlar individualmente por medio de correspondientes agentes de conmutación 21 a 26, compuestos en cada caso por un conmutador high-side y un conmutador low-side. Cada corriente de las fases 11 a 16 fluye debido al acoplamiento magnético con otras tres fases a través de tres inductancias Lxx que producen los correspondientes agentes de acoplamiento 31 a 39. Un primer agente de acoplamiento 31 acopla magnéticamente la primera fase 11 con la segunda fase 12, de tal modo que para la primera fase 11 resulta una inductancia L12, para la segunda fase 12, una inductancia L21. Un sexto agente de acoplamiento 36 acopla magnéticamente la primera fase 11 con la sexta fase 16, de tal modo que para la primera fase 11 resulta una inductancia L16, para la sexta fase 16, una inductancia L61. Un séptimo agente de acoplamiento 37 acopla magnéticamente la primera fase 11 con la cuarta fase 14, de tal modo que para la primera fase 11 resulta una inductancia L14, para la sexta fase 16, una inductancia L41. Un segundo agente de acoplamiento 32 acopla magnéticamente la segunda fase 12 con la tercera fase 13, de tal modo que para la segunda fase 12 resulta una inductancia L23, para la tercera fase 13, una inductancia L32. Un noveno agente de acoplamiento 39 acopla magnéticamente la segunda fase 12 con la quinta fase 15, de tal modo que para la segunda fase 12 resulta una inductancia L25, para la quinta fase 15, una inductancia L52. Un tercer agente de acoplamiento 33 acopla magnéticamente la tercera fase 13 con la cuarta fase 14, de tal modo que para la tercera fase 13 resulta una inductancia L34, para la cuarta fase 14, una inductancia L43. Un octavo agente de acoplamiento 38 acopla magnéticamente la tercera fase 13 con la sexta fase 16, de tal modo que para la tercera fase 13 resulta una inductancia L36, para la sexta fase 16, una inductancia L63. Un cuarto agente de acoplamiento 34 acopla magnéticamente la cuarta fase 14 con la quinta fase 15, de tal modo que para la cuarta fase 14 resulta una inductancia L45, para la quinta fase 15, una inductancia L54. Un quinto agente de acoplamiento 35 acopla magnéticamente la quinta fase 15 con la sexta fase 16, de tal modo que para la quinta fase 15 resulta una inductancia L56, para la sexta fase 16, una inductancia L65.

35 Una corriente de entrada  $I_E$  se distribuye por las seis fases 11 a 16. En la entrada, está activado un condensador como agente de filtro contra masa. Las salidas de las fases 11 a 16 están unidas en un punto de suma común y activadas por medio de un condensador, no representado, como agente de filtro contra masa. En el punto de suma común en el lado de salida, se presenta la corriente de salida  $I_A$ . Las inductancias Lxx acopladas entre sí en cada caso están orientadas entre sí con diferente sentido de bobinado como se indica en la figura 1 mediante los correspondientes puntos.

40 En la figura 2 se representa sistemáticamente cómo se acoplan entre sí las seis fases 11 a 16 por medio de correspondientes agentes de acoplamiento 31 a 39. Como ya se ha descrito en relación con la figura 1, se acoplan entre sí tanto fases adyacentes como también adicionalmente la fase desfasada en 180 grados. Por fase adyacente se entiende aquella que es controlada temporalmente inmediatamente antes o después, es decir, cuyos momentos de activación se sitúan temporalmente inmediatamente antes o después. En el ejemplo de realización, la referencia de las fases 11 a 16 se ha seleccionado de tal modo que las fases 11 a 16 son controladas consecutivamente de la manera correspondiente a la numeración, es decir, en el siguiente orden (la numeración se corresponde con las referencias de las fases): 11 - 12 - 13 - 14 - 15 - 16 - 11, etc., en cada caso desfasada en 60 grados o en T/6 (360 grados / número de las fases), representando T la duración del periodo de un ciclo de activación. Este orden se muestra también en las figuras 2 y 7. Esto quiere decir que los momentos de inicio para las diferentes fases 11 a 16 están desfasados temporalmente en cada caso en 60 grados o en cada caso T/6. En la figura 7, la fase en cuestión es desactivada de nuevo tras la duración temporal T/6 (relación PWM 1/6). En función de la relación de tensiones deseada, se podría efectuar la desactivación antes o después hasta la duración activa  $T_e$ , en función de la señal PWM deseada (entre 0% (duración apagada,  $T_e=0$ ) y 100% (duración activa,  $T_e=T$ ), con respecto a un periodo T).

55 En la figura 3 se reproduce esquemáticamente una estructura espacial tipo matriz del concepto mostrado en la figura 2. En este sentido, los agentes de acoplamiento 31 a 39 está configurados preferentemente como núcleos de bobinado planares, por ejemplo, núcleos de ferrita, que presentan en cada caso dos espacios huecos. En estos espacios huecos del agente de acoplamiento 31 a 39 están encerrados en cada caso dos conductores o secciones de fase de dos fases que deben acoplarse entre sí y que presentan en estas secciones diferentes direcciones de

corriente como indican las flechas.

Tomando como referencia también la figura 5, se pueden constatar dos formas geométricas de las fases 11 a 16 o carriles conductores o conductores de las fases 11 a 16. Primera fase 11, tercera fase 13, así como quinta fase 15 están configuradas con forma de U. Estas tres fases 11, 13, 15 discurren todas preferentemente en el mismo plano.

5 En un plano paralelo y separado al respecto -en el ejemplo de realización de acuerdo con la figura 3 por encima-, discurren la segunda, cuarta y sexta fase 12, 14, 16. Segunda, cuarta, así como sexta fase 12, 14, 16 están configuradas con forma rectangular o de meandro. En este sentido, están dispuestas de tal manera que están encerradas junto con la fase con forma de U 11, 13, 15 con la que deben acoplarse en cada caso en el correspondiente agente de acoplamiento 31 a 39 con diferente dirección de corriente.

10 Con referencia a la representación cortada de la figura 4, se explica a continuación el acoplamiento representado a modo de ejemplo en la figura 3 sobre la base de la primera fase 11 y de la segunda fase 12. El primer agente de acoplamiento 31 se compone de una primera parte 44 con forma de E y una segunda parte 43 con forma de placa que forman los núcleos de bobinado. Los brazos de la primera parte 44 con sección transversal con forma de E son todos de igual longitud, de tal modo que pueden ser cerrados por la segunda parte 43 con forma de placa (sección transversal con forma de I) sin intersticio de aire. La sección preferentemente con forma de banda de la primera fase 11, está insertada en cada caso en la zona inferior del agente de acoplamiento 31. Estas secciones mostradas de la primera fase 11 se sitúan en el mismo plano, es decir, que son planares entre sí. La dirección de corriente se corresponde con la dirección de corriente indicada mediante flechas de acuerdo con la figura 3. En la zona situada encima en cada caso del primer agente de acoplamiento 31 viene a situarse la segunda fase 12, preferentemente también configurada con forma de banda. En el otro lado del primer agente de acoplamiento 31, las fases primera y segunda 11, 12 en su espacio hueco son llevadas al otro espacio hueco en cada caso respecto a la dirección de corriente en dirección de corriente contraria. Esto se efectúa en el caso del primer agente de acoplamiento 31 llevando de vuelta tanto la primera fase 11 como la segunda fase 12 en el lado frontal superior del primer agente de acoplamiento 11 en una flexión de 180 grados de nuevo a través del otro espacio hueco. También las dos secciones de la segunda fase 12, que están rodeadas por el primer agente de acoplamiento 31, se encuentran en el mismo plano, es decir, que están configuradas planarmente. El plano de la primera fase 11 y el plano de la segunda fase 12 están configurados paralelamente y distanciados entre sí al menos en la zona interior del primer agente de acoplamiento 31.

30 Mediante el primer agente de acoplamiento 31 están acopladas magnéticamente, pues, entre sí la primera fase 11 y la segunda fase 12. Mediante la guía de corriente antiparalela indicada se consigue mantener el campo magnético resultante lo más reducido posible, de tal modo que el tamaño del agente de acoplamiento 31 puede minimizarse. Además, entre la primera fase 11 y la segunda fase 12 está previsto en cada caso un aislante 45 para la separación eléctrica de las dos fases 11, 12 entre sí y en cada caso respecto al agente de acoplamiento 31.

35 De la misma manera, la segunda fase 12 está acoplada a través del segundo agente de acoplamiento 32 con la tercera fase 13. Además, la segunda fase 12 está acoplada por medio del noveno agente de acoplamiento 39 con la quinta fase 15. Los demás correspondientes acoplamientos se pueden extraer de la figura 3 y no se describen por separado.

40 En la figura 6 se muestra una representación en perspectiva de un ejemplo de realización alternativo de la segunda, cuarta o sexta fase 12, 14, 16 con forma de meandro o con forma de S. En lo esencial, las fases 12, 14, 16 con forma de meandro discurren en un plano. Sin embargo, presentan zonas plegadas 60 que está orientadas perpendicularmente al plano principal. Estas zonas plegadas 60 se sitúan en un ángulo de aproximadamente 90° respecto al plano principal y están dispuestas en cada caso de manera recíprocamente desplazada. Unen en cada caso secciones que se sitúan en el plano principal. Las zonas que se sitúan en el plano principal de los carriles conductores de las fases 12, 14, 16 con forma de meandro son rodeadas por los agentes de acoplamiento 31 a 39 junto con secciones de las correspondientes fases 11, 13, 15 con forma de U, cuyo plano principal está orientado paralelamente y distanciado respecto al de las fases 12, 14, 16 con forma de meandro. La formación de zonas plegadas 60 contribuye a la reducción de los requerimientos de espacio del convertidor polifásico 10, dado que las fases adyacentes 12 y 16 o 16 y 14 con forma de meandro pueden situarse más cerca como se ve, por ejemplo, en la figura 10. Las pistas conductoras de las fases 12, 14, 16 con forma de meandro están configuradas en particular con forma de banda.

Las transiciones de las secciones de los carriles conductores del plano principal a las zonas plegadas 60 están redondeadas lateralmente.

55 También perpendicularmente al plano principal de las fases 12, 14, 16 con forma de meandro, está prevista una conexión 96 para la sollicitación de las fases 12, 14, 16 con corriente. En el lado contrario a la conexión 96, está prevista una superficie de conexión 97 que se sitúa en el plano principal para el contacto con una barra ómnibus 94. Comenzando en la conexión 96 orientada perpendicularmente al plano principal, el carril conductor con forma de banda, al llegar al plano principal, es modificado únicamente en su dirección por medio de un ángulo de doblado de 90° y discurre después en el plano principal hacia la izquierda hasta la primera zona plegada izquierda 60. Esta

también comprende un ángulo de doblado de 90°, de tal modo que la superficie lateral fina del carril conductor está orientada paralelamente al plano principal. También la zona plegada presenta dos cambios de dirección de los carriles conductores en 90° en cada caso para obtener la estructura deseada con forma de meandro o de S. Después del segundo cambio de dirección del carril conductor, este discurre de nuevo tras nuevo ángulo de doblado en el plano principal de izquierda a derecha hasta que se une por medio de un ángulo de doblado otra zona plegada derecha 60. Esto se repite, de tal modo que se generan seis secciones de carril conductor que discurren en el plano principal y que están unidas en cada caso lateralmente mediante tres o dos zonas plegadas 60. La última zona plegada posterior 60 une la última sección de carril conductor que discurre en el plano principal con la superficie de conexión 97, que también discurre en el plano principal.

En el ejemplo de realización de acuerdo con la figura 7, se muestra otro diseño alternativo de la primera, tercera o quinta fase 11, 13, 15 con forma de U. Para la optimización del montaje de estas fases 11, 13, 15 con forma de U, están previstas aberturas 102 que están configuradas preferentemente con forma ovalada. En el lado de la conexión con forma de U están configuradas preferentemente superficies de tope rectas 100, que interactúan con fijaciones 90 de un cuerpo aislante 72 y que sobresalen un poco lateralmente. Perpendicularmente al plano principal de la fase 11, 13, 15 con forma de U, está orientada a su vez la conexión 96 hacia la corriente. En el otro lado, está prevista una superficie de conexión 97 que discurre superficialmente en el plano principal para el contacto con la barra ómnibus 94.

Las fases 11 a 16 mostradas en las figuras 6 y 7 se montan sobre un cuerpo aislante 72 -como se describe a continuación en relación con la figura 8. El cuerpo aislante 72 está construido preferentemente con forma de rejilla y presenta correspondientes entalladuras 78. Las entalladuras 78 sirven para alojar los brazos de los agentes de acoplamiento 31 a 39. Los agentes de acoplamiento 31 a 39 se componen, como ya se ha descrito en relación con la figura 4, en cada caso de la primera parte 44 con forma de E y la segunda parte 43 con forma de I, que forman los correspondientes núcleos magnéticos. Además, el cuerpo aislante 72 presenta alojamientos laterales 91 para una barra ómnibus 94. Además, están previstos primeros agentes de fijación 74 que sobresalen hacia arriba respecto al plano principal del cuerpo aislante 72. Estos primeros agentes de fijación 74 están configurados con forma de gancho. Estos primeros agentes de fijación 74 con forma de gancho interactúan con las aberturas 102 de las fases 11, 13, 15 con forma de U. Dado que por cada fase 11, 13, 15 con forma de U están previstas seis aberturas 102 en cada caso, se encuentran en el cuerpo aislante 72 para las tres fases 11, 13, 15 que deben alojarse, por tanto, 18 primeros agentes de fijación 74 con forma de gancho. Estos están todos orientados de tal modo que es posible un desplazamiento de las fases 11, 13, 15 con forma de U a lo largo de su eje longitudinal después de que las aberturas 102 han sido llevadas sobre los primeros agentes de fijación 74. Este desplazamiento lateral de las fases 11, 13, 15 con forma de U es limitado en los correspondientes lados frontales mediante correspondientes fijaciones 90 que interactúan con las superficies de tope 100 de las fases 11, 13, 15 con forma de U. En este estado, los ganchos de los primeros agentes de fijación 74 coinciden con los carriles conductores de las fases 11, 13, 15, de tal modo que estos ya no pueden desviarse hacia arriba como se muestra en la figura 9. En las entalladuras 78 del cuerpo aislante 72 están previstos nervios 88. El cuerpo aislante 72 presenta, además, segundos agentes de fijación 76. Estos están orientados perpendicularmente a la superficie del cuerpo aislante en dirección opuesta a los primeros agentes de fijación 74 y configurados como uniones rápidas flexibles. Las superficies de conexión 97 que sobresalen hacia fuera de las fases 11, 13, 15 son ahora cubiertas por una barra ómnibus 94 realizada rectangularmente y contactadas de manera eléctricamente conductora. La barra ómnibus 94 se encuentra en los alojamientos 91 del cuerpo aislante 72 y está asegurada contra desplazamientos laterales.

En la representación de acuerdo con la figura 10, el cuerpo aislante 72 está mostrado con el lado inferior hacia arriba. Las fases 12, 14, 16 con forma de meandro están unidas con el lado inferior del cuerpo aislante 72. Las zonas transversales de los carriles conductores 12, 14, 16 con forma de meandro vienen a situarse en este sentido sobre los nervios del cuerpo aislante 72. Los nervios están asegurados con correspondientes elevaciones 95 contra un desplazamiento lateral. Para la fijación de las fases 12, 14, 16 con forma de meandro, interactúan ahora los segundos agentes de fijación 76 o sus ganchos de encaje con los bordes superiores de las zonas plegadas 60. En el montaje, los ganchos de encaje son presionados hacia un lado y, al apoyarse las fases 11, 14, 16 con forma de meandro sobre el cuerpo aislante 72, se enclavan en la zona plegada 60. Las correspondientes conexiones 96 de las fases 11 a 16 sobresalen perpendicularmente desde el lado inferior del cuerpo aislante 72. Las superficies de conexión 97 de las fases 12, 14, 16 con forma de meandro están conectadas de manera eléctricamente conductora con la barra ómnibus 94. Esto se efectúa, por ejemplo, mediante denominado clinchado. Entre las zonas plegadas 60 de dos fases, en la figura 10 aparecen mostradas como ejemplo la segunda y la sexta fase 12, 16, se encuentran segundos nervios 89. Estos sirven al aislamiento eléctrico entre las dos fases 12, 16, de tal modo que no se produzcan cortocircuitos. Los segundos nervios 89 están orientados perpendicularmente a las elevaciones 95.

De acuerdo con el ejemplo de realización según la figura 11, un soporte plano 107 presenta varios agentes de fijación 110 que sobresalen hacia arriba perpendicularmente a la superficie del soporte 107. Estos agentes de fijación 110 están configurados como uniones rápidas o ganchos de encaje. Frontalmente, el soporte 107 está limitado por guías laterales 113 digitadas que también sobresalen perpendicularmente a la superficie del soporte 107. Estas guías laterales 113 fijan lateralmente los agentes de acoplamiento 31 a 39. Para la subsiguiente guía de los agentes de acoplamiento 31 a 39 están previstas guías digitadas 111 que también sobresalen

perpendicularmente a la superficie del soporte 107. Superficies de apoyo rectangulares orientadas paralelamente a la superficie del soporte 107 están dispuestas sobresaliendo ligeramente respecto a nervaduras 112 y sirven como apoyo lateral para los agentes de acoplamiento 31 a 39. En este sentido, por cada agente de acoplamiento 31 a 39 están previstas dos superficies de apoyo 109 dispuestas lateralmente que, sin embargo, no tocan la superficie lateral inferior central del agente de acoplamiento 31 a 39, de tal modo que en esta zona se puede obtener una circulación de aire y correspondiente refrigeración. Esta circulación de aire es apoyada mediante estructura de nervaduras situada más profunda del soporte 107 en esta zona. Entre las nervaduras 112 o estructuras de nervaduras preferentemente con forma rectangular se forman espacios huecos que, sin embargo, están cerrados en su mayoría en el lado inferior. En las zonas laterales y centrales del soporte 107 sobresalen hacia abajo del lado inferior del soporte agentes de sujeción 108 orientados en lo esencial perpendicularmente y terminan en un ojal, de tal modo que el soporte 107 puede ser fijado por medio de una unión roscada, por ejemplo, con un circuito impreso.

En la vista superior sobre el soporte 107 de acuerdo con la figura 12, están montados ya cinco agentes de acoplamiento 31 a 39 o sus partes (inferiores) 44 con forma de E. Lateralmente, las primeras partes 44 de los agentes de acoplamiento 31 a 39 son fijadas lateralmente por guía lateral 113 o guía 111 o por dos guías 111, mientras que se permite un movimiento de las primeras partes 44 en dirección longitudinal para el posicionamiento ajustado o el montaje completo más sencillo.

Como se ve en la figura 13, sobre el lado superior del soporte 107 ya están dispuestas en las dos filas derechas las primeras partes 44 de los agentes de acoplamiento 31 a 39. Todas las fases 11 a 16 están fijadas con el cuerpo aislante 72 como se ha descrito en relación con las figuras 8 a 10. Las entalladuras 78 del cuerpo aislante 72 rodean los brazos que sobresalen hacia arriba de las primeras partes 44 como se muestra en la fila central. También los agentes de fijación 110 del soporte 107 que sobresalen hacia arriba están guiados a través de estas entalladuras 78, de tal modo que sus ganchos de encaje aún sobresalen sobre la superficie de las primeras partes 44. Este estado está mostrado en la fila central del convertidor polifásico 10 en la figura 13. En la última fila ya coinciden las segundas partes 43 con forma de placa con los brazos de las primeras partes 44. Las segundas partes 43 son presionadas por un elemento de sujeción 104 en dirección de las primeras partes 44. El elemento de sujeción 104 posee correspondientes aberturas 106 en las que penetran en cada caso los ganchos de encaje de los agentes de fijación 110 del soporte 107. El elemento de sujeción 104 presenta para la segunda parte 44 que debe cubrirse tres contornos con forma de 8 que están unidas entre sí en cada caso mediante un nervio.

### Descripción de los ejemplos de realización

Los ejemplos de realización descritos trabajan como se explica con más detalle a continuación. Convertidores polifásicos 10 o convertidores DC/DC con elevadas potencias sin requisitos de aislamiento particulares pueden realizarse preferentemente en disposiciones polifásicas. De esta manera, se distribuye la elevada corriente de entrada  $I_E$ , por ejemplo, de 300A entre las diferentes seis fases 11 a 16 a 50A en cada caso. Mediante la subsiguiente superposición de las corrientes individuales en una corriente de salida  $I_A$  puede obtenerse una menor proporción de corriente alterna. Así, los correspondientes filtros de entrada y salida de acuerdo con la figura 1, trazados a modo de ejemplo como condensadores, pueden ser correspondientemente pequeños. El control de las fases 11 a 16 se efectúa secuencialmente, es decir, uno tras otro, de tal modo que los momentos de activación están desfasados en cada caso 60 grados (o temporalmente en T/6) (en el sistema descrito de seis fases), como ya se ha mostrado esto en la figura 7 con más detalle. En función de las relaciones de tensiones deseadas, se alimentan con corriente las correspondientes fases 11 a 16 con diferente duración. Para ello, se cierra el correspondiente conmutador high-side del agente de conmutación 21 a 26. La fase 11 a 16 no recibe corriente cuando el correspondiente conmutador low-side del agente de conmutación 21 a 26 está cerrado. Alternativamente, también pueden considerarse tales fases 11 a 16 como adyacentes aquellas cuyos momentos de desactivación se sitúan inmediatamente antes o después. Así, los momentos de activación correspondientes se seleccionarían de manera variable en función de la señal PWM deseada.

Se acopla magnéticamente en cada caso una fase 11 con al menos otras tres fases 12, 14, 16 y, concretamente, de tal manera que las proporciones de corriente continua de las fases individuales son compensadas en cada caso lo más posible por las otras fases. De esta manera, se reduce el campo magnético resultante de tal manera que el diseño de los agentes de acoplamiento 31 a 39 o del circuito magnético solo tiene que efectuarse para el campo magnético generado por la proporción de corriente alterna. De esta manera, los agentes de acoplamiento 31 a 39 como, por ejemplo, núcleos de bobinado, pueden dimensionarse correspondientemente pequeños, lo que conduce a considerables ahorros en material de acoplamiento, masa y costes. En particular, se puede reducir así mucho el espacio constructivo.

Junto a las dos fases adyacentes, adyacentes en lo que respecta al control (momentos de activación o desactivación), se selecciona preferentemente la tercera fase que debe acoplarse de tal modo que se minimice una influencia recíproca perturbadora de las fases. La selección se efectúa de tal modo que se obtenga una compensación óptima de la proporción de corriente continua. En este sentido se ha constatado que, junto con las fases adyacentes (+/- 60 grados de desfase de los momentos de activación en el caso de seis fases; para la primera fase 11, las fases adyacentes serían, por tanto, la segunda fase 12 y la sexta fase 16), también es particularmente

5 apropiada la fase con un desfase de 180 grados (para la primera fase 11 esto sería la cuarta fase 14), ya que en ella se obtiene una elevada extinción de la proporción de corriente continua. Las dos corrientes a través de las fases acopladas 11, 14 fluyen en sentido contrario en el séptimo agente de acoplamiento 37. La corriente resultante  $I_{res}$  para la magnetización del agente de acoplamiento 37 solo se extingue a este respecto mediante la diferencia de las corrientes  $I_{res}$ . Los campos de corriente continua se suprimen en su mayor parte. La proporción de corriente continua reducida se hace notar positivamente para la geometría del agente de acoplamiento 31 a 39, que puede bastarse con un volumen menor. En el caso de seis fases 11 a 16 se ha revelado como particularmente apropiado el acoplamiento mostrado en las figuras 1 a 3.

#### Acoplamiento magnético

10 En principio, se pueden acoplar magnéticamente dos fases llevando las dos fases con guía de corriente antiparalela a través de un agente de acoplamiento 31 a 41 con forma rectangular o con forma anular. Esencial es que el agente de acoplamiento 31 a 41 sea capaz de formar un circuito magnético. Esto es posible en una estructura en lo esencial cerrada que también puede comprender un intersticio de aire. Además, el agente de acoplamiento 31 a 41 se compone de un material conductor de campo magnético con permeabilidad apropiada.

15 El concepto de acoplamiento en el que se basa la figura 3 se puede explicar a modo de ejemplo con ayuda de la figura 4. Es esencial que las fases que deben acoplarse -de acuerdo con la figura 4, son primera fase 11 y segunda fase 12- estén controladas con flujo de corriente inverso. Los correspondientes campos magnéticos en cada caso se suprimen en lo esencial en lo que respecta a su proporción de corriente continua, de tal modo que ya solo la proporción de corriente alterna contribuye a la generación de campo magnético. En consecuencia, se puede reducir el tamaño de los correspondientes agentes de acoplamiento 31 a 41 o se puede renunciar a un intersticio de aire.

20 Un posible concepto de realización del ejemplo de realización de acuerdo con la figura 3 podría componerse de un circuito impreso en el que estén insertados los nueve agentes de acoplamiento 31 a 39, en este caso preferentemente núcleos planares. Sobre este circuito impreso pueden integrarse todos los agentes de conmutación 21 a 26, en cada caso compuestos de MOSFETS high-side o low-side como posibles ejemplos de realización.

25 También los bobinados para la primera, tercera y quinta fase 11, 13, 15 pueden integrarse en este circuito impreso. Los otros bobinados de la segunda, cuarta y sexta fase 12, 14, 16 podrían realizarse mediante una rejilla estampada de cobre más económica. Alternativamente, también los otros bobinados de la segunda, cuarta y sexta fase 12, 14, 16 podrían estar integrados en el circuito impreso.

30 Realizaciones en las que todos los bobinados estén realizados en forma de carriles de cobre o placas impresas también serían posibles. Otra ventaja de la construcción de acuerdo con la figura 3 consiste en los cortos trayectos de las fases 11 a 16 a través de todos los agentes de acoplamiento 31 a 39, así como la estructura sencilla de los cruces.

#### Construcción agente de acoplamiento

35 En el caso de los agentes de acoplamiento 31 a 41 se trata de agentes de un acoplamiento inductivo como, por ejemplo, un núcleo de hierro o ferrita de un transformador en el que las fases 11 a 16 que deben acoplarse generan un campo magnético. El agente de acoplamiento 31 a 42 cierra el circuito magnético de las dos fases 11 a 16 acopladas.

40 La selección del material del agente de acoplamiento 31 a 38 y de la permeabilidad no desempeña un papel tan importante para el acoplamiento. Si no se utiliza intersticio de aire, aumenta la permeabilidad del circuito magnético, por medio de lo cual aumenta la inductancia de la bobina. De esta manera, se aplana el aumento de corriente y las formas de corriente se acercan más a la corriente continua ideal. Cuando más se acercan las formas de curva a una corriente continua, menor es la corriente diferencial resultante entre las dos fases que son guiadas (en sentido contrario) a través de un núcleo como agente de acoplamiento 31 a 42. De esta manera se reduce el esfuerzo para filtros. Por otro lado, un sistema sin intersticio de aire reacciona de una manera muy sensible a las diferentes corrientes entre las fases 11 a 16. Aunque el sistema tiende a entrar en saturación en caso de pequeños fallos de corriente, mediante el acoplamiento múltiple, sin embargo, sigue siendo muy estable.

#### Construcción de las fases

50 Desde el punto de vista técnico de la fabricación, es particularmente ventajosa la utilización de únicamente dos formas geométricas de las fases 11 a 16, como se representa en la vista superior en la figura 5. La una forma fundamental presenta en este sentido un desarrollo en forma de U y se sitúan en el mismo plano. La segunda forma fundamental tiene forma en lo esencial rectangular o de meandro, situándose también en el mismo plano. Las secciones mostradas pueden estar integradas como conductores de banda en forma de rejillas estampadas o en correspondientes pistas conductoras en una placa. Como se ha descrito en relación con las figuras 3 y 6, las fases 11, 13, 15 con forma de U se disponen entre sí de tal modo que vienen a situarse en un primer plano.

Correspondientemente, también las fases 12, 14, 16 con forma rectangular o de meandro se disponen de tal modo que vienen a situarse en un segundo plano. Estos dos planos se disponen entre sí paralelamente y distanciados de tal modo que las secciones de fase que deben acoplarse en cada caso pueden ser rodeadas por los agentes de acoplamiento 31 a 42.

- 5 Fundamentalmente, sin embargo, también serían concebibles diseños alternativos de las formas de fase sin por ello abandonar el concepto básico de la estructura preferentemente planar.

En particular, son concebibles ciertas adaptaciones para reducir más los requerimientos de espacio de la disposición en su conjunto. Mediante un correspondiente diseño de la geometría de las fases 11 a 16 debe conseguirse que los agentes de acoplamiento 31 a 39 puedan disponerse más cerca de los agentes de acoplamiento 31 a 39 adyacentes en cada caso. Esto se puede conseguir, por ejemplo, de acuerdo con el ejemplo de realización de la figura 6, estando plegados los extremos de los carriles conductores de las fases 12, 14, 16 en zonas plegadas 60. Tan pronto como las zonas de fase acopladas (tales zonas que son rodeadas por los agentes de acoplamiento 31 a 39) abandonan los agentes de acoplamiento 31 a 39, se modifica la dirección respecto a la de dentro del agente de acoplamiento 31 a 42. De esta manera, los agentes de acoplamiento 39, 35; 35, 34; 32, 38; 38, 33 pueden situarse más cerca entre sí. En este sentido, los carriles conductores con forma de meandro de las correspondientes fases 12, 14, 16 también pueden estar curvadas hacia arriba en los lados.

#### Técnica de construcción y conexión

En el ejemplo de realización de acuerdo con las figuras 8 a 13, el cuerpo aislante 72 asume varias funciones. Por un lado, sirve para el aislamiento eléctrico de las fases individuales 11 a 16 entre sí. Para ello, se montan las fases 12, 14, 16 con forma de meandro en un lado del cuerpo aislante 72 y las fases 11, 13, 15 con forma de U en el lado contrario del cuerpo aislante 72. Además, los segundos nervios 89 sirven para no poner en contacto eléctrico entre sí las zonas plegadas adyacentes 60 de diferentes fases 12, 16 con forma de meandro, como se muestra a modo de ejemplo en la figura 10 para las fases 12 y 16. Además, el cuerpo aislante 72 asume la función de fijación de los carriles conductores de las fases 11 a 19. Como ya se ha descrito, los primeros agentes de fijación 74, que están configurados como ganchos, interactúan con las aberturas 102 de las fases 11, 13, 15 con forma de U. Los segundos agentes de fijación 76, que están configurados como ganchos de encaje, interactúan con los bordes, orientados perpendicularmente respecto al plano principal, de las zonas plegadas 60 de las fases 12, 14, 16 con forma de meandro. De esta manera, estas con unidas con el cuerpo aislante 72. Además, están previstas lateralmente fijaciones 90 o agentes de fijación que interactúan con las superficies de tope 100 de las fases 11, 13, 15 con forma de U e impiden otro desplazamiento lateral de las fases 11, 13, 15. Además, los primeros nervios 88 sirven para impedir de manera segura un contacto eléctrico entre las fases 11, 13, 15 con forma de U con la primera y/o segunda parte 43, 44 de los agentes de acoplamiento 31 a 39.

El soporte 107 sirve para el alojamiento de las primeras partes 44 de los agentes de acoplamiento 31 a 39. Para ello, están previstas correspondientes superficies de apoyo 109, así como guías 111 o guías laterales 113. Las guías 111, 113 permiten aún un desplazamiento de las primeras partes 44 en dirección longitudinal, lo que, sin embargo, es restringido por los agentes de fijación 110 en los lados frontales. Mediante la desplazabilidad de las primeras partes 44 en dirección longitudinal, puede efectuarse una superposición sencilla de los brazos que sobresalen hacia arriba de las primeras partes 44 con las entalladuras del cuerpo aislante 72. Los agentes de fijación 110 del soporte 107 también están realizados como ganchos de encaje. Sirven para la fijación de cuerpo aislante 72 y primeras partes 43 con el soporte 107. Esto se efectúa por medio de los otros elementos de sujeción 104 en cuyas aberturas 106 penetran los ganchos de encaje. Este elemento de sujeción 104 presiona entonces contra la segunda parte 43 del respectivo agente de acoplamiento 31 a 39. Mediante la estructura de nervaduras del soporte 107 situada más profundamente respecto a la superficie de apoyo 109, puede llegar una corriente de aire a la superficie de los agentes de acoplamiento 31 a 39 para la refrigeración. Al no tocar las superficies de apoyo 109 la superficie lateral inferior central del agente de acoplamiento 31 a 39, en esta zona se puede obtener una circulación de aire y correspondiente refrigeración. Esta circulación de aire es apoyada mediante estructura de nervaduras situada más profunda del soporte 107 en esta zona.

Para el montaje del convertidor polifásico se procede del siguiente modo: En primer lugar, se proporciona el cuerpo aislante 72. A continuación, las fases 11, 13, 15 con forma de U se añaden al cuerpo aislante 72 de tal modo que las aberturas 102 se superponen con los primeros agentes de fijación 74, es decir, los ganchos. Después se desplazan lateralmente las fases 11, 13, 15 con forma de U hasta que las superficies de tope 100 de las fases 11, 13, 15 con forma de U se encuentran con las fijaciones 90 o agentes de fijación y así se impide un subsiguiente desplazamiento. Las fijaciones 90 o agentes de fijación están configurados preferentemente también con forma de gancho y cubren las superficies de tope 100 también desde arriba. En este estado, los ganchos de los primeros agentes de fijación 74 coinciden con los carriles conductores de las fases 11, 13, 15 con forma de U, de tal modo que ya no pueden desplazarse hacia arriba. Las superficies de conexión 97 de las fases 11, 13, 15 con forma de U son contactadas de manera eléctricamente conductora o bien ahora o ya antes con la barra ómnibus 94. Este contacto eléctricamente conductor podría efectuarse, por ejemplo, mediante clinchado. Al lado inferior del cuerpo aislante 72, se añaden las fases 12, 14, 16 con forma de meandro como se ha explicado con más detalle en relación

5 con la figura 10. En el montaje, las zonas plegadas 60 desplazan hacia un lado los segundos agentes de fijación 76 o sus ganchos de encaje, que entones interactúan en la posición final deseada de las fases 12, 14, 16 con forma de meandro con el borde lateral de las zonas plegadas 60 en el sentido de una unión fija. A continuación, las superficies de conexión 97 de las fases 12, 14, 16 con forma de meandro se conectan de manera eléctricamente conductora con la barra ómnibus 94. Esto también se podría efectuar, por ejemplo, mediante clinchado.

10 Sobre la base de la figura 13 pueden entenderse las siguientes etapas de montaje. Sobre el lado superior del soporte 107, están dispuestas ya las nueve primeras partes 44 de los agentes de acoplamiento 31 a 39. Entretanto, todas las fases 11 a 16 están fijadas con el cuerpo aislante 72 como se ha descrito en relación con las figuras 8 a 10. Ahora se dispone el cuerpo aislante 72 montado de tal manera sobre el soporte 72 que las entalladuras 78 pueden deslizarse sobre los brazos que sobresalen hacia arriba de las primeras partes 44. También los agentes de fijación 110 que sobresalen hacia arriba están guiados a través de estas entalladuras 78, de tal modo que sus ganchos de encaje aún sobresalen sobre la superficie de las primeras partes 44. Este estado está mostrado en la fila central del convertidor polifásico 10 en la figura 13.

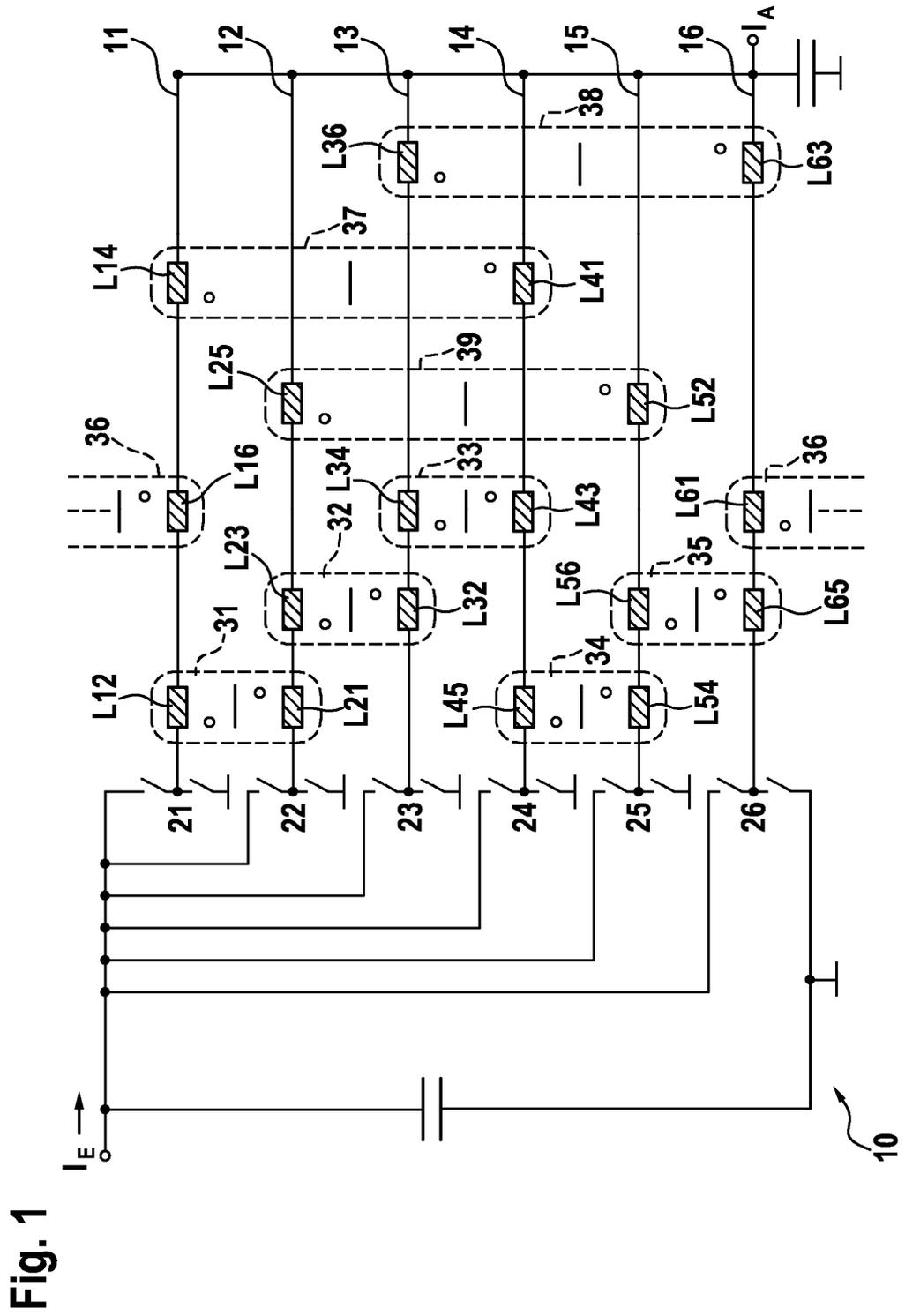
15 En una siguiente etapa, son cerrados en cada caso los tres brazos que sobresalen hacia arriba de la primera parte 44 por la segunda parte 43 con forma de placa. Esto está indicado en la fila derecha de la figura 13. Para la fijación de las segundas partes 42, se montan en una última etapa correspondientes elementos de sujeción 104. Estos están configurados, por ejemplo, con forma de rejilla en cada caso en forma de un ocho para cada una de las tres segundas partes 43 de la fila derecha. Estos elementos de sujeción 104 están unidos entre sí por medio de nervios que presentan aberturas 106. Estas aberturas 106 sirven para el alojamiento de los agentes de fijación 110 del  
20 soporte 107 en cuyo extremo están previstos en cada caso ganchos de encaje. De esta manera, las segundas partes 43, así como el cuerpo aislante 72 provisto de las fases 11 a 16 se unen de manera fija con el soporte 107 presionando los elementos de sujeción 104 por medio de los ganchos de encaje de los agentes de fijación 110 contra las segundas partes 43 de los agentes de acoplamiento 31 a 39. Como elementos de sujeción 104 están previstos preferentemente agentes de resorte de chapa para así obtener cierta pre-tensión.

25 A continuación, cuerpo aislante 72 y soporte 107 son unidos con un circuito impreso. Para ello sirven los agentes de sujeción 108. Además, las correspondientes conexiones 96 son guiadas a través de aberturas del circuito impreso y contactadas correspondientemente.

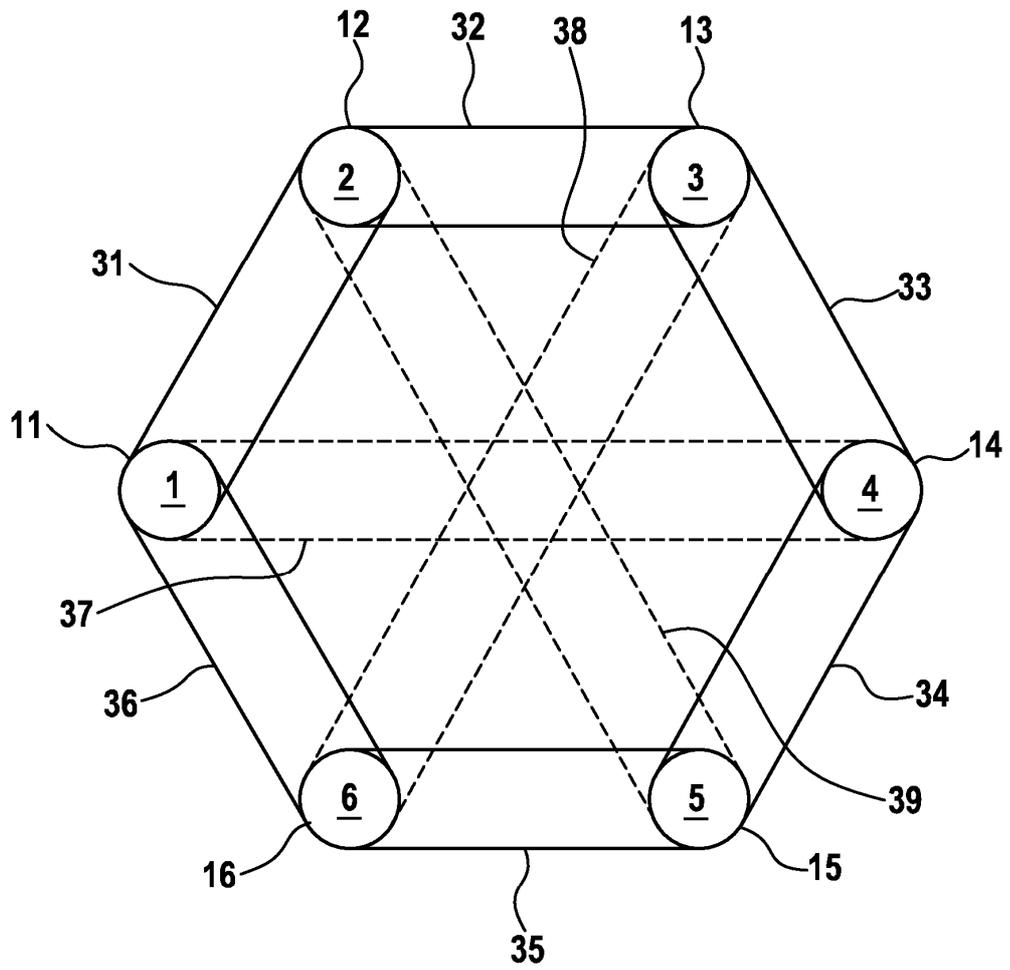
30 El convertidor polifásico 10 descrito es apropiado en particular para el uso en una red de a bordo de un vehículo de motor en la que en particular requisitos de carga dinámica tienen una relevancia secundaria. En particular, para tales sistemas relativamente lentos es apropiada la construcción descrita.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Convertidor polifásico, que comprende varias fases eléctricas (11 a 16) que pueden ser controladas en cada caso mediante agentes de conmutación (21 a 26), estando previsto al menos un agente de acoplamiento (31 a 39) que acopla magnéticamente al menos una primera fase (11) con al menos otra fase (12, 14, 16), estando al menos dos fases que deben acoplarse (11, 12) rodeadas al menos parcialmente por el agente de acoplamiento (31), **caracterizado por que** está previsto al menos un cuerpo aislante (72) que aloja las fases que deben acoplarse (11 a 16) en su lado superior o lado inferior y en el que está previsto al menos un agente de fijación (74, 76, 90) que interacciona para la fijación con al menos una de las fases (11 a 16), presentando el cuerpo aislante (72) al menos una entalladura (78) para el paso de al menos un agente de acoplamiento (31 a 39).
- 10 2. Convertidor polifásico según la reivindicación 1, **caracterizado por que** está previsto un soporte (107) que presenta al menos una superficie de apoyo (109) para el alojamiento del agente de acoplamiento (31 a 39).
3. Convertidor polifásico según la reivindicación 2, **caracterizado por que** la superficie de apoyo (109) está configurada de tal modo que el agente de acoplamiento (31 a 39) solo se apoya parcialmente sobre el soporte (107).
- 15 4. Convertidor polifásico según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el soporte (107) presenta al menos un agente de fijación (108, 110) para la fijación del soporte (107) con el agente de acoplamiento (31 a 39), el cuerpo aislante (72) o un circuito impreso.
5. Convertidor polifásico según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el soporte (107) presenta al menos un agente de guía (111, 113) que interactúa para la guía con el agente de acoplamiento (31 a 39).
- 20 6. Convertidor polifásico según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el agente de fijación (108, 110) del soporte (107) interactúa con un elemento de sujeción (104) para la fijación del agente de acoplamiento con el soporte (107).
- 25 7. Convertidor polifásico según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** al menos dos fases (11, 13, 15), preferentemente tres fases, están dispuestas espacialmente en un primer plano en el lado superior del soporte (72) y por que al menos otras dos fases (12, 14, 16), preferentemente otras tres fases, discurren espacialmente en un segundo plano en el lado inferior del soporte (107).
8. Convertidor polifásico según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** al menos una fase (11 a 16) está configurada con forma de U, rectangular y/o con forma de meandro.
- 30 9. Convertidor polifásico según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** la fase (11, 13, 15) dispuesta en uno de los lados del soporte (107) está configurada con forma de U y la fase (12, 14, 16) dispuesta en el lado opuesto del soporte (107) está configurada con forma de meandro.
10. Convertidor polifásico según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el agente de fijación (74, 76, 90) comprende al menos un gancho que interactúa con al menos una abertura (102) o un borde lateral (60, 100) de la fase (11 a 16).
- 35 11. Convertidor polifásico según una de las reivindicaciones precedentes 4 a 10, **caracterizado por que** el agente de fijación (76) interactúa con un borde lateral en una zona plegada (60) de la fase (12, 14, 16).
12. Convertidor polifásico según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el cuerpo aislante (72) presenta nervios (88, 89) para el aislamiento eléctrico de las fases (11 a 16) entre sí o respecto al agente de acoplamiento (31 a 39).
- 40 13. Convertidor polifásico según la reivindicación 12, **caracterizado por que** el nervio (89) está dispuesto entre dos zonas plegadas (60) de dos fases adyacentes (12, 16).
14. Convertidor polifásico según una de las reivindicaciones precedentes 4 a 13, **caracterizado por que** el agente de fijación (90) del cuerpo aislante (72) interactúa con al menos una superficie de tope (100) de la fase (11, 13, 15).



**Fig. 2**



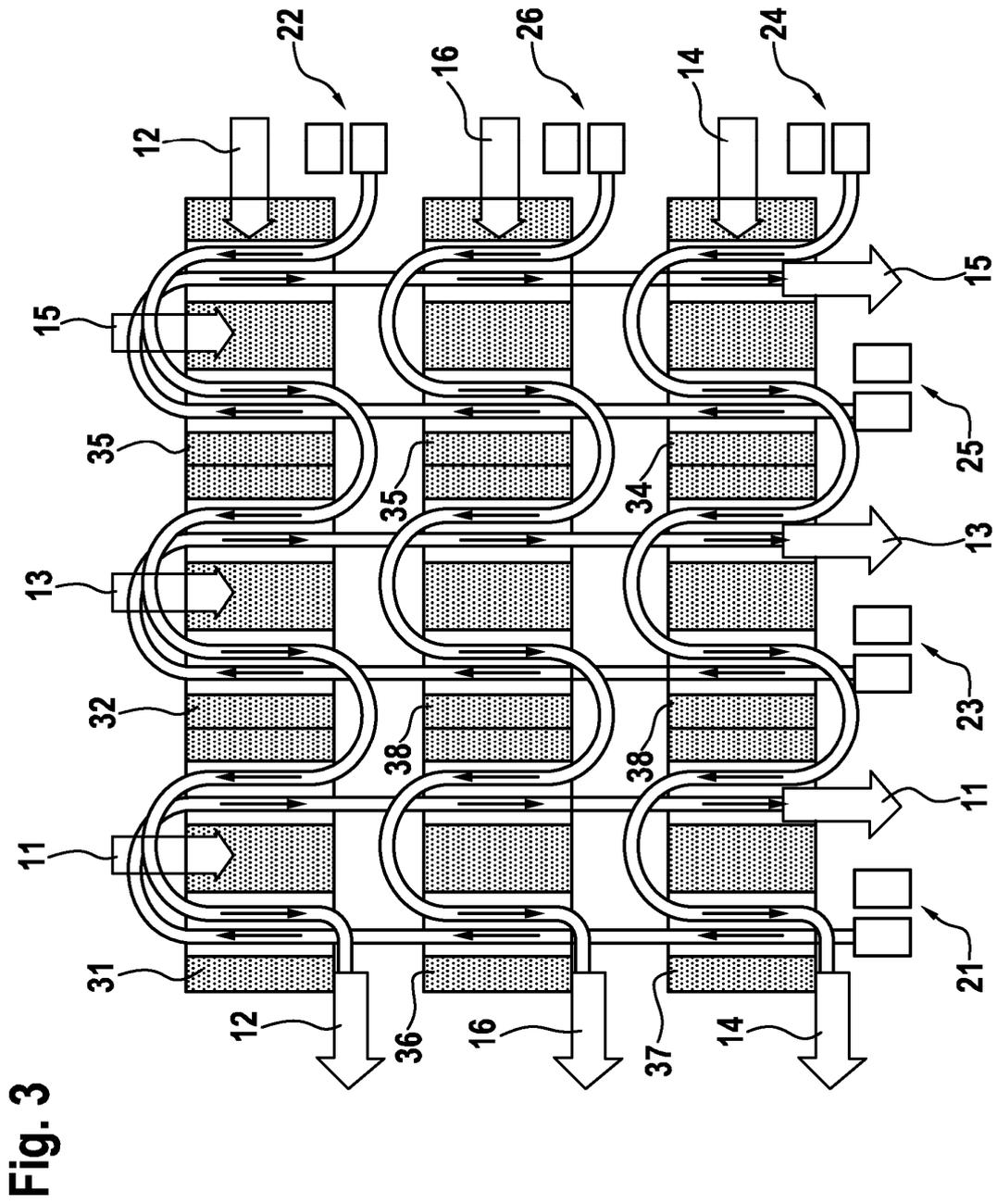
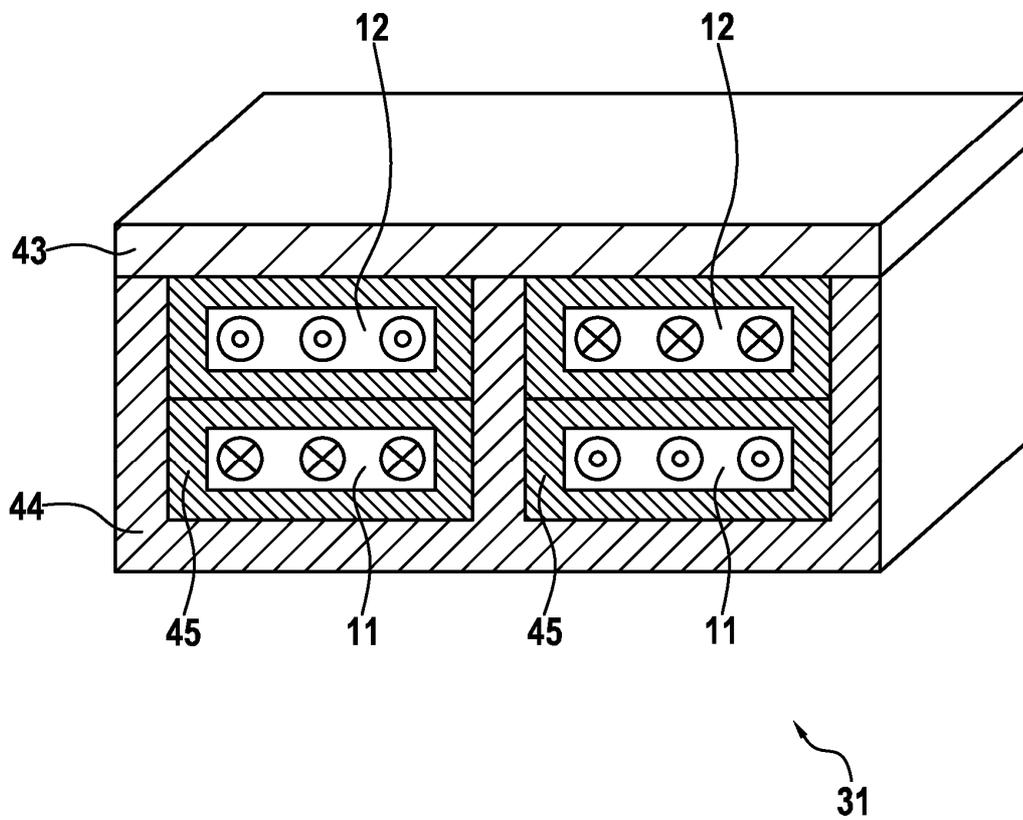


Fig. 3

Fig. 4



**Fig. 5**

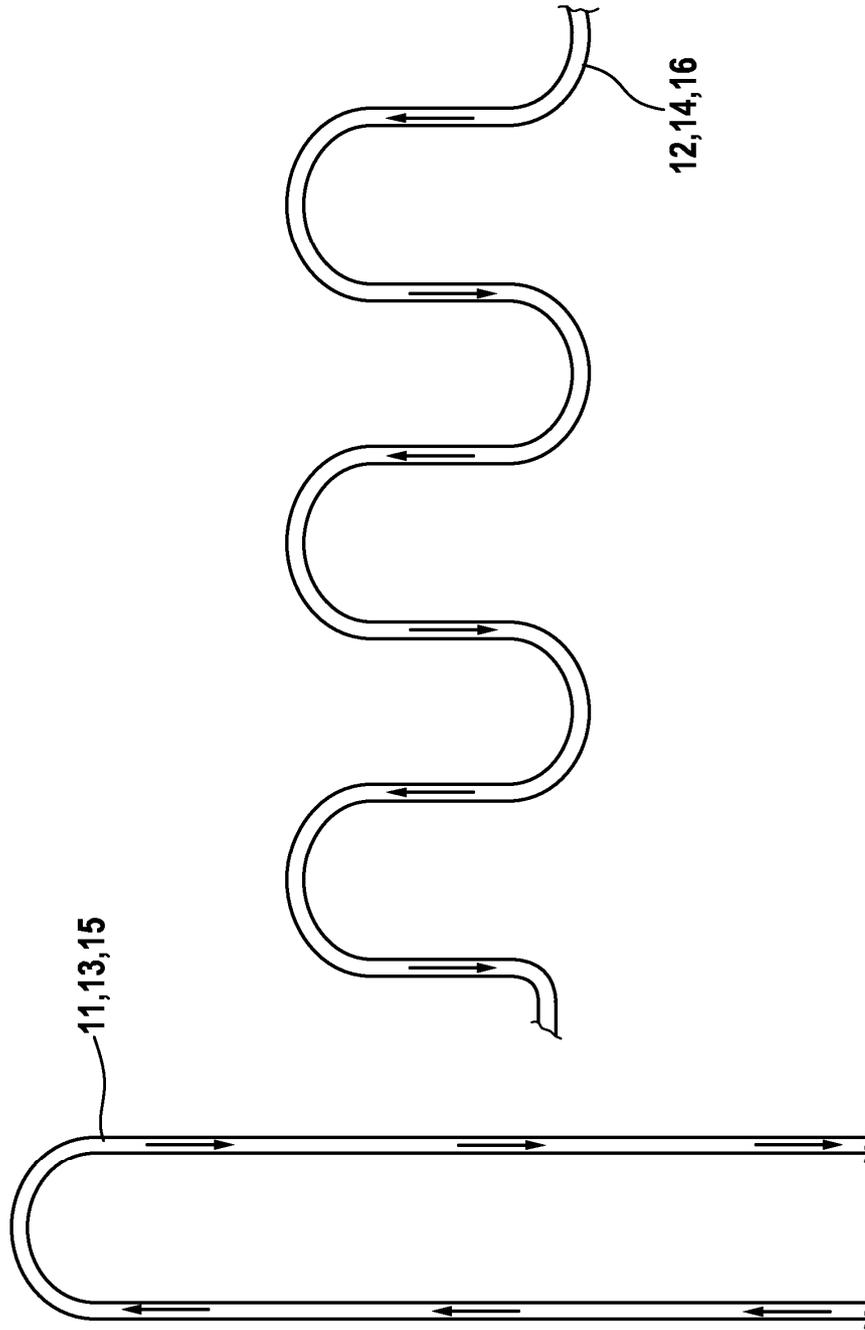


Fig. 6

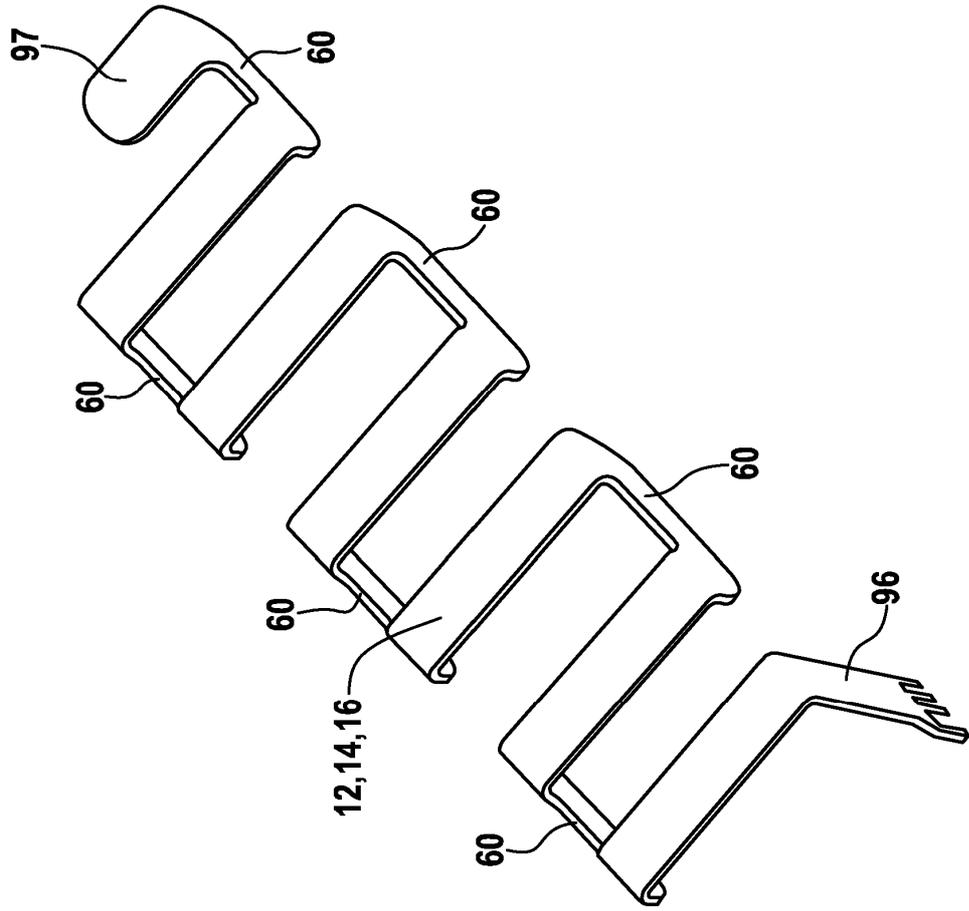


Fig. 7

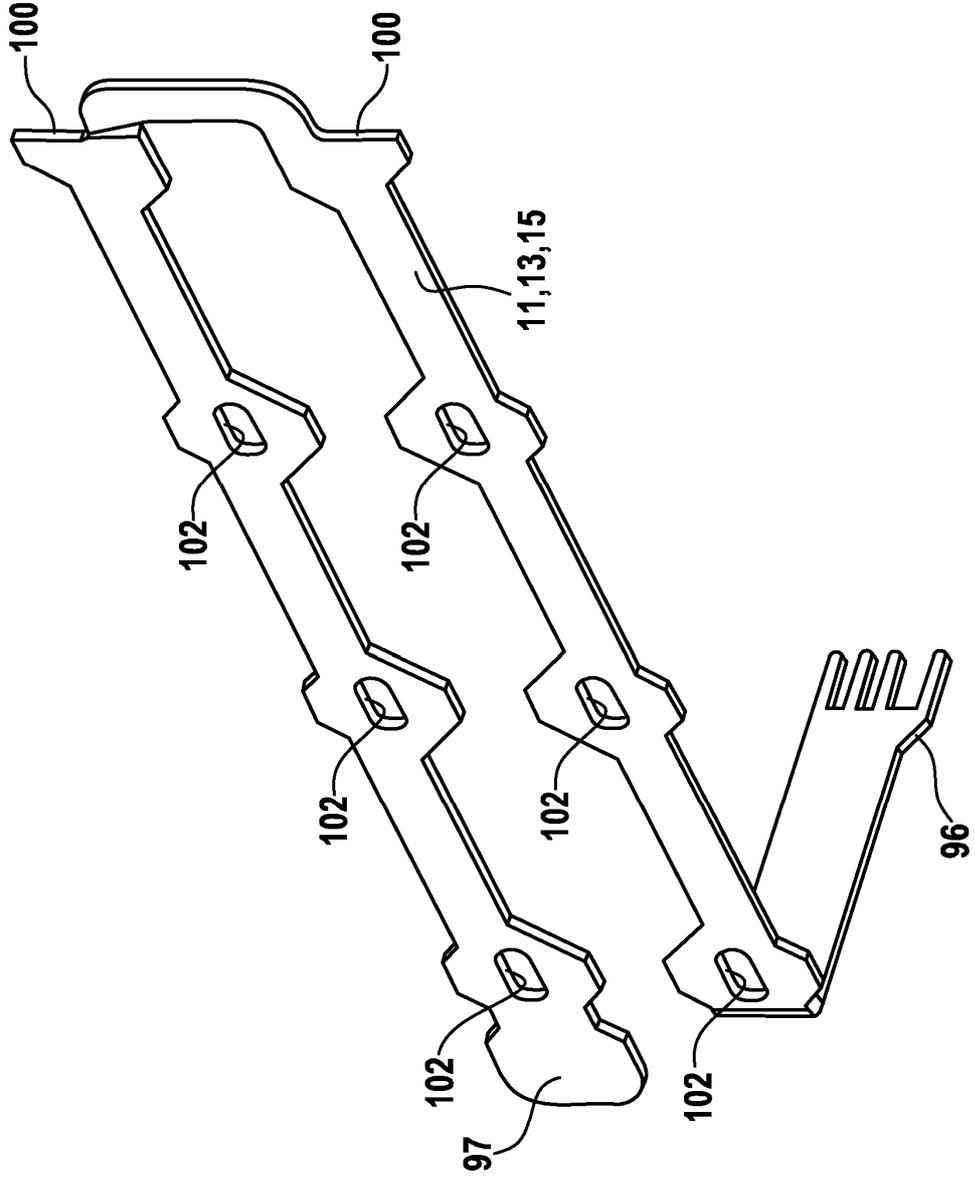


Fig. 8

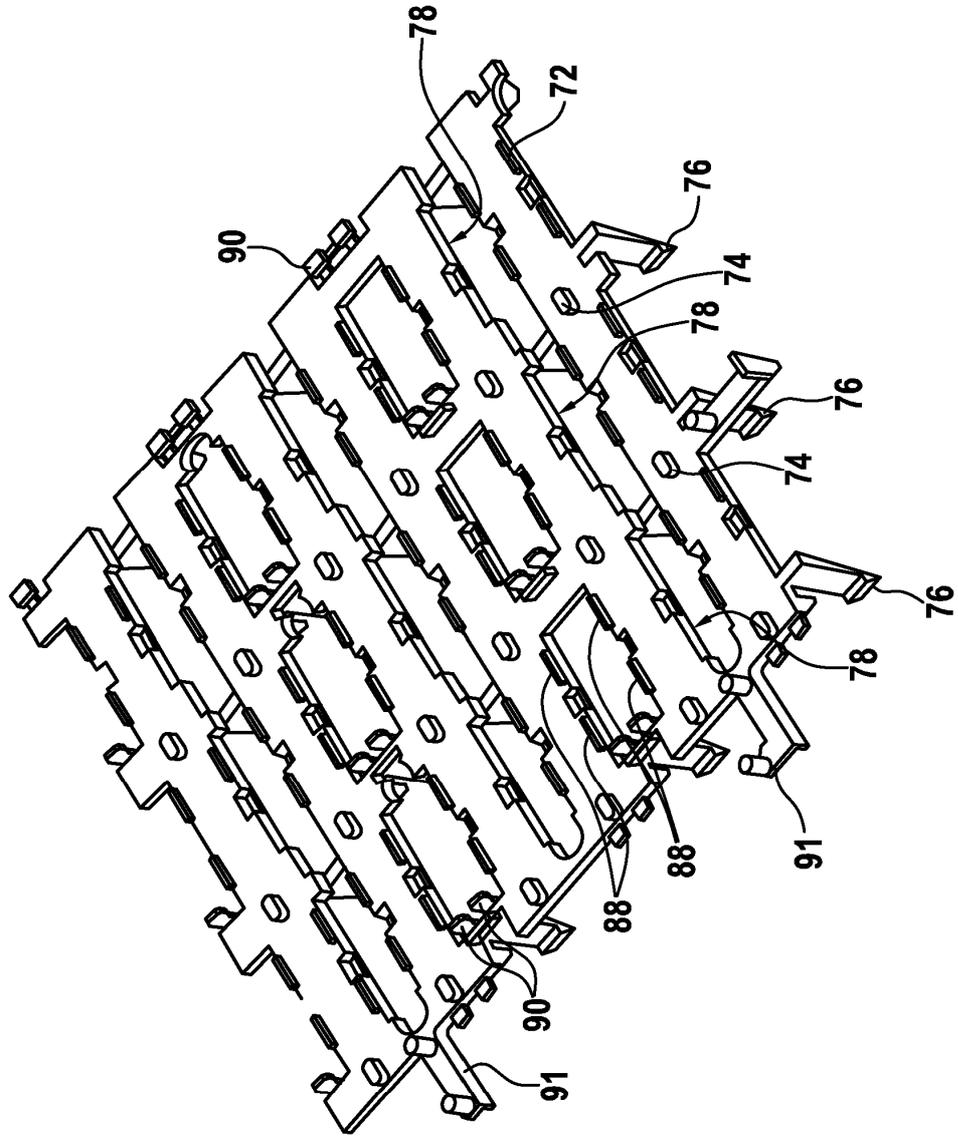
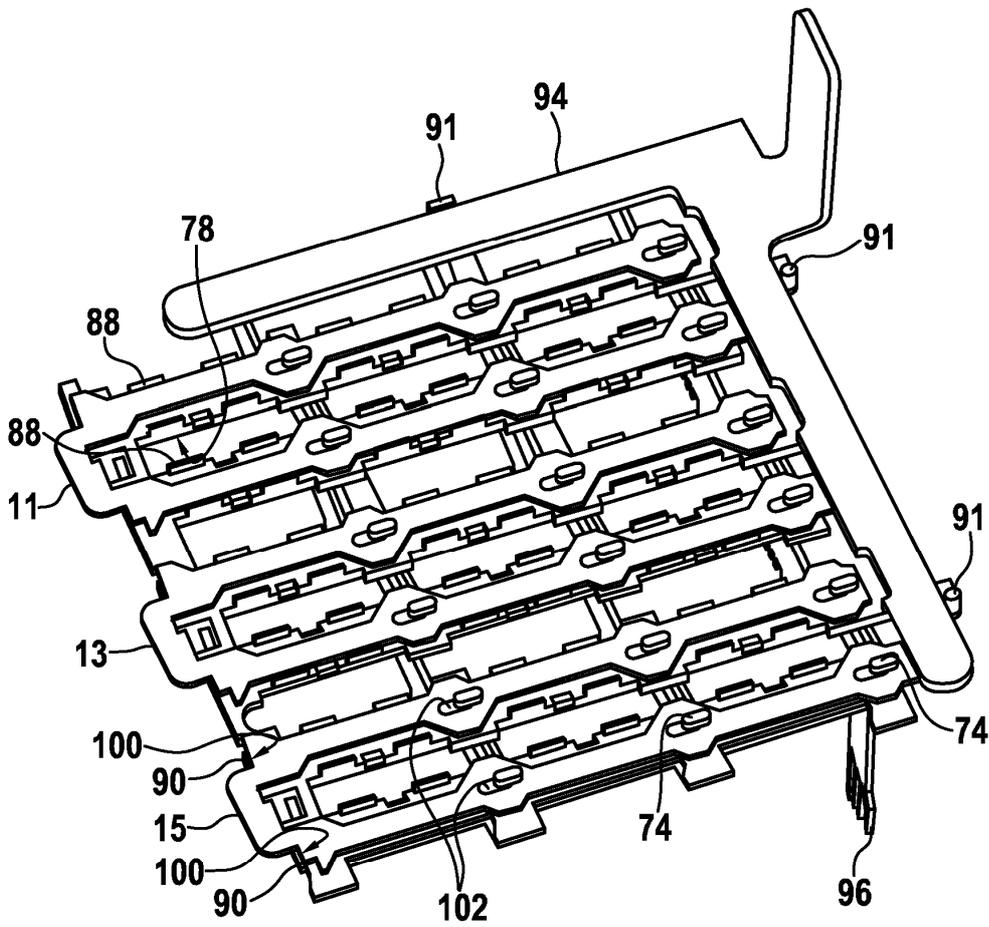


Fig. 9



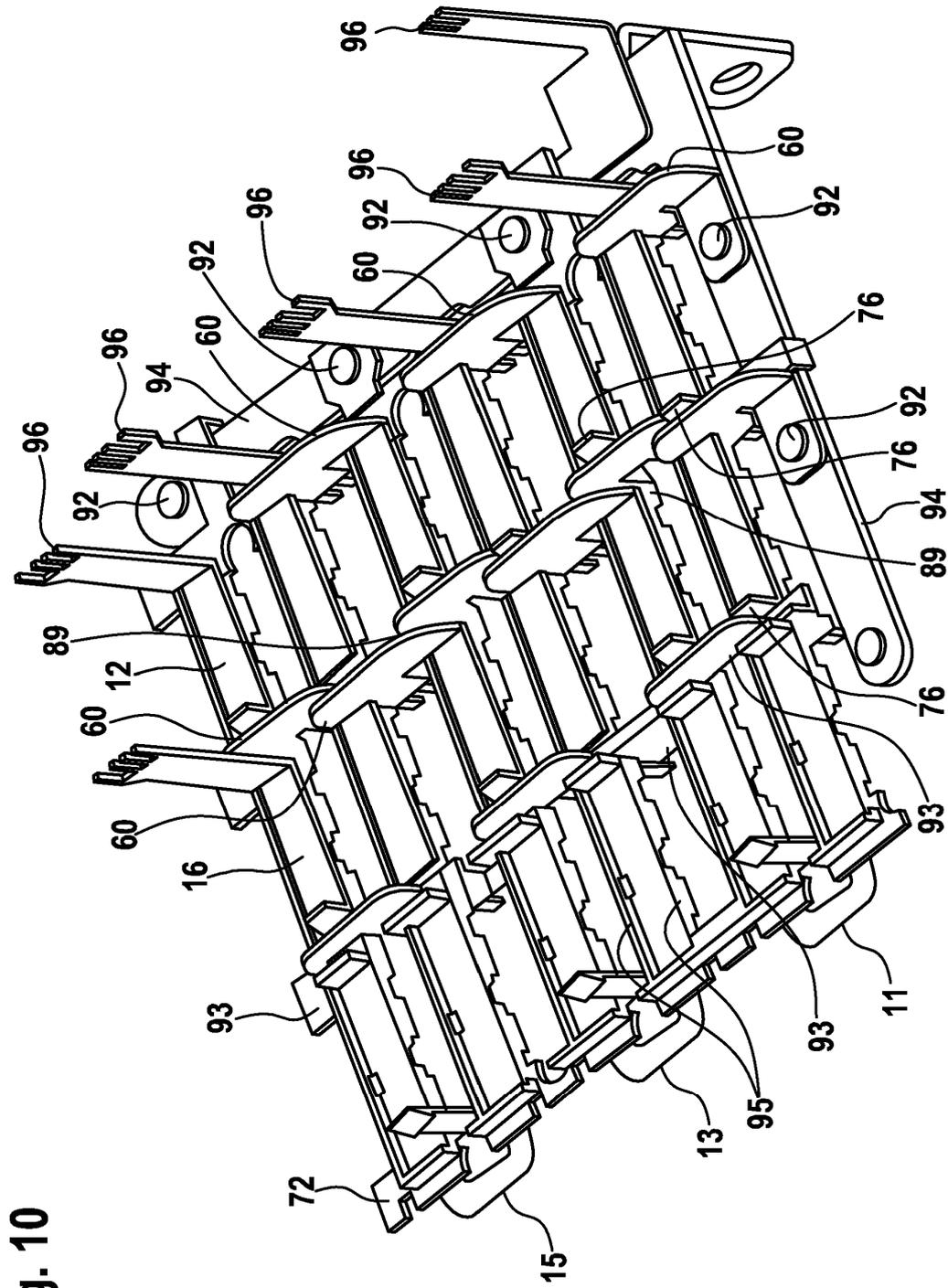


Fig. 10

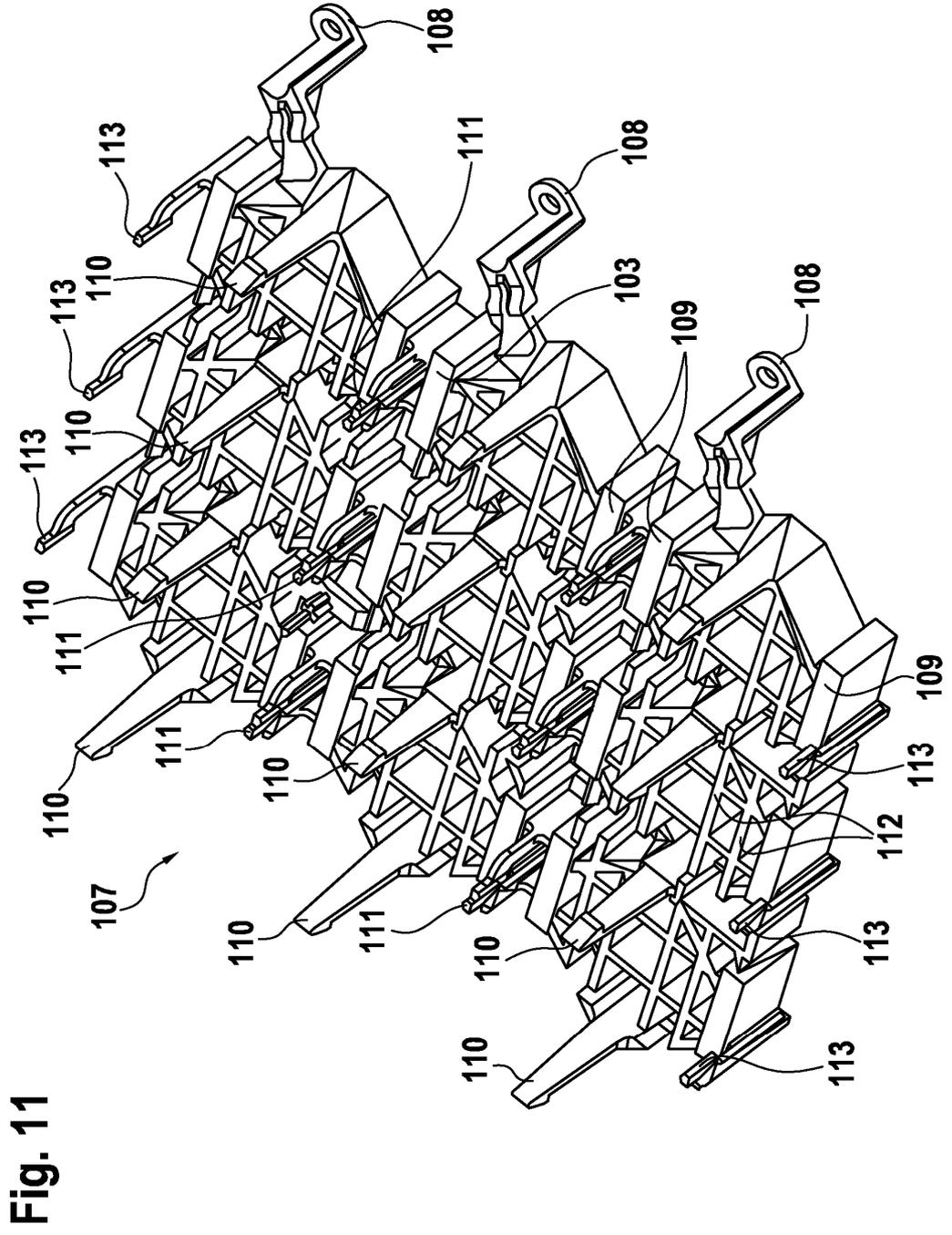
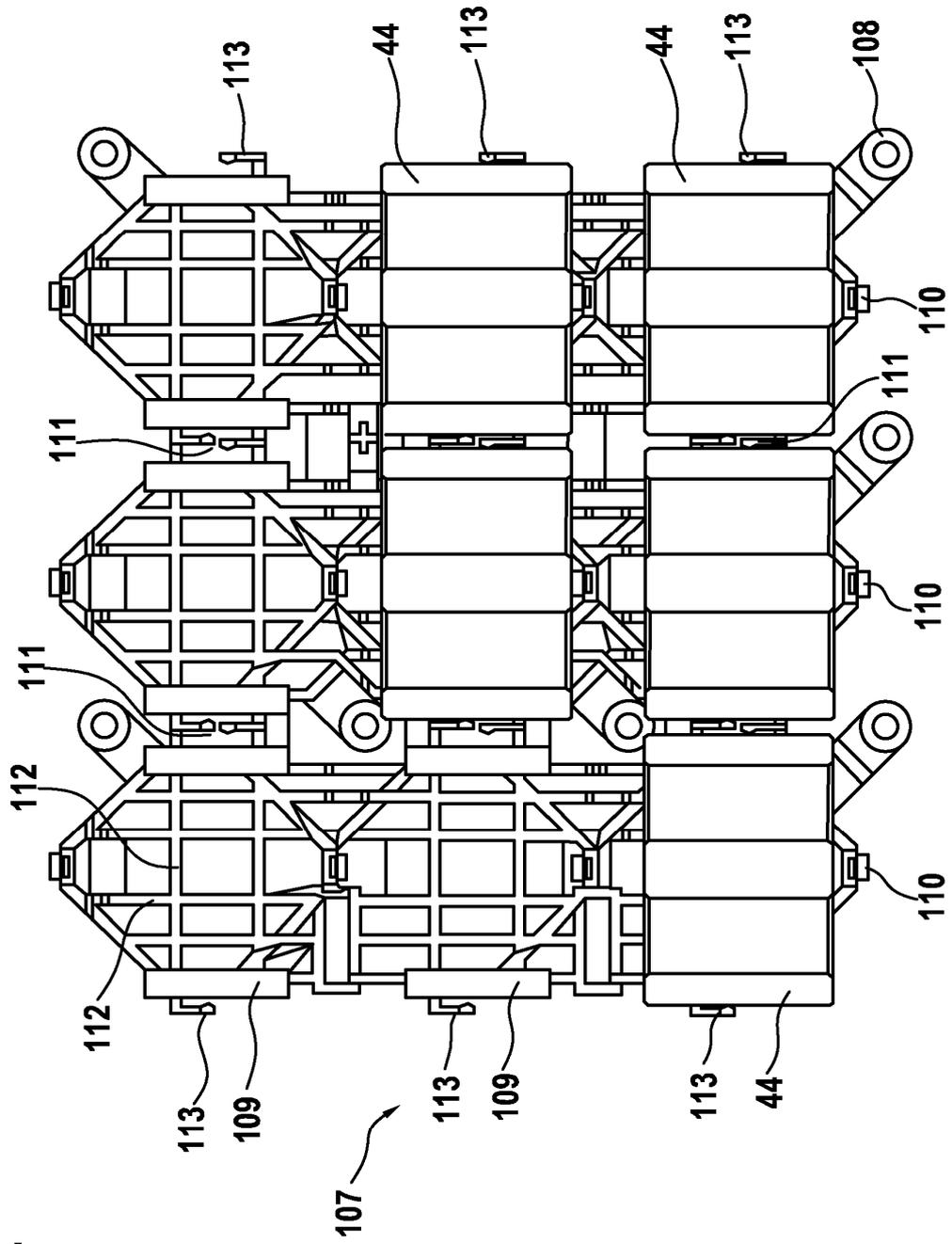


Fig. 11

Fig. 12



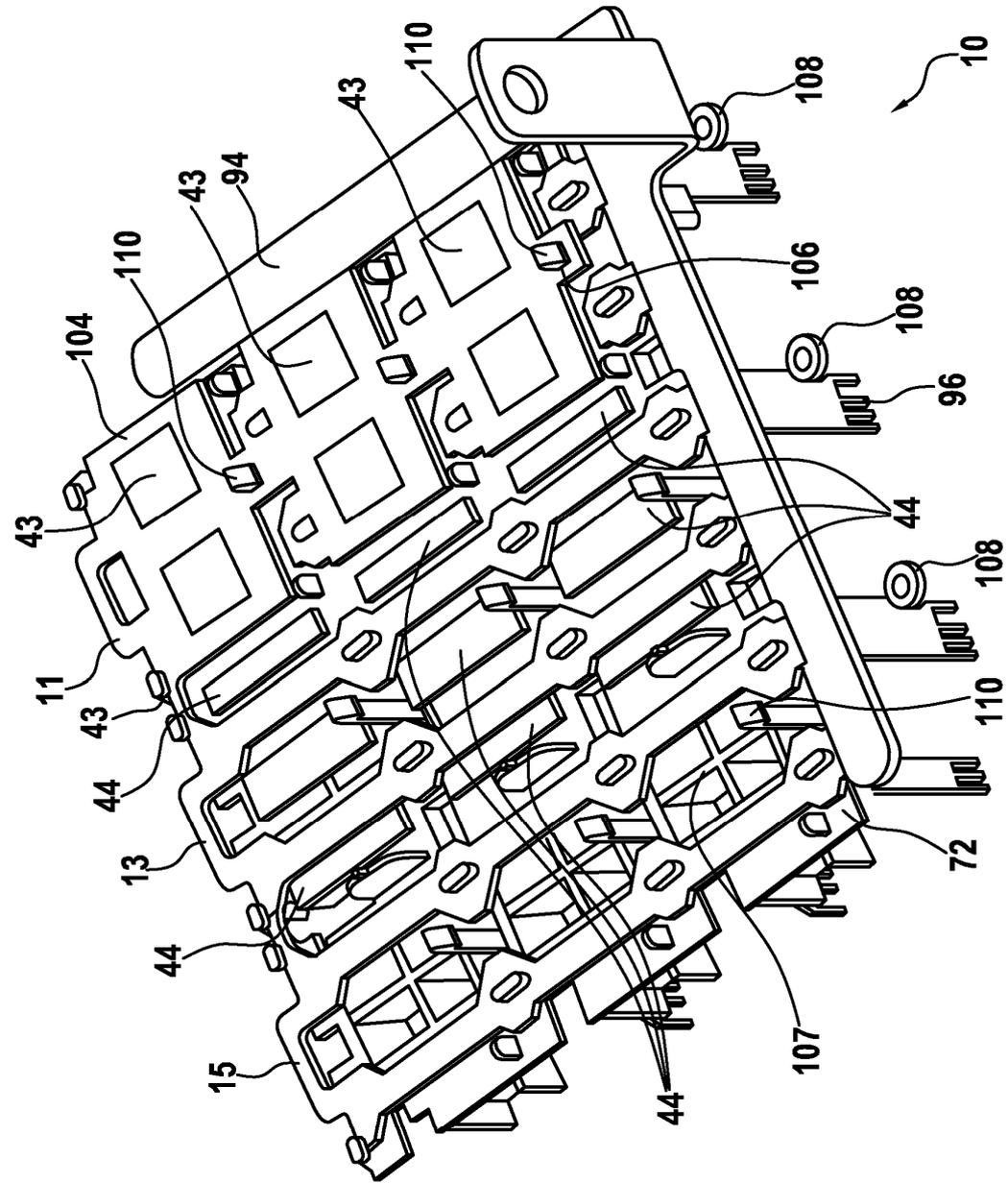


Fig. 13