

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 380 311**

51 Int. Cl.:

H01F 38/30

(2006.01)

H01H 83/14

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **10160995 .6**

96 Fecha de presentación: **26.04.2010**

97 Número de publicación de la solicitud: **2256757**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **01.12.2010**

54 Título: **Transformador de corriente así como dispositivo de protección y disyuntor incluyendo tal transformador**

30 Prioridad:
28.05.2009 IT BG20090031

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
10.05.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
10.05.2012

73 Titular/es:
**ABB S.p.A.
Via Vittor Pisani 16
20124 Milano, IT**

72 Inventor/es:
**Bergamini, Alessio y
Gamba, Federico**

74 Agente/Representante:
Tomas Gil, Tesifonte Enrique

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).

ES 2 380 311 T3

DESCRIPCIÓN

Transformador de corriente así como dispositivo de protección y disyuntor incluyendo tal transformador.

[0001] La presente invención hace referencia a un transformador de corriente amperométrico o diferencial equipado con un sistema capaz de mejorar la refrigeración.

5 [0002] Por otra parte, la presente invención hace referencia a un dispositivo de protección de un circuito eléctrico, por ejemplo, un circuito de baja tensión, contra la sobrecorriente, cortocircuitos o corriente de fuga a tierra y que comprende un transformador tal, a un disyuntor que comprende tal transformador y/o tal dispositivo de protección diferencial, y a un sistema eléctrico que comprende tal disyuntor.

10 [0003] Como es conocido, los disyuntores o dispositivos similares son dispositivos diseñados para permitir el correcto funcionamiento de partes específicas de sistemas eléctricos y de cargas instaladas. Para ello, están equipados con dispositivos de protección adecuados, por ejemplo, dispositivos de protección electrónicos contra sobrecorrientes, cortocircuitos o corrientes diferenciales (corrientes de fuga a tierra o corrientes de falta a tierra).

15 [0004] Tales dispositivos de protección, denominados también simplemente como "relés" o "unidades de desconexión," pueden producirse y utilizarse como componentes independientes, o más típicamente se insertan dentro de la cubierta de un disyuntor automático y se acoplan operativamente a la parte de ruptura. Los relés se asocian normalmente a algunos transformadores de corriente o a transformadores amperométricos (TA) o a transformadores de corriente (TC). Normalmente, los transformadores de corriente proporcionan a la unidad de protección una señal que indica la corriente circulante en cada polo del disyuntor; además para o como alternativa de esta función, los transformadores de corriente se utilizan para suministrar energía a dichos dispositivos de protección.

20 [0005] De forma similar, los dispositivos de protección también, en particular los de tipo diferencial, conocidos también simplemente como diferenciales o relés diferenciales, pueden ser producidos y utilizarse además como componentes independientes, o más típicamente se asocian a la cubierta de un disyuntor automático y se acoplan de forma operativa a la unidad de ruptura. Los componentes más comunes de los transformadores amperométricos, tanto del tipo unipolar como del tipo diferencial, incluyen un núcleo toroidal, o ligeramente toroidal, sobre el cual se posicionan los denominados devanados secundarios; luego se sitúa el núcleo de tal manera que pueda ser traspasado, dependiendo del tipo de uso, por uno o más conductores eléctricos que constituyan los denominados conductores primarios o devanados, cada uno de los cuales está conectado directamente o indirectamente a la fase correspondiente del circuito eléctrico en el que está insertado el dispositivo.

30 [0006] Los documentos de patente DE10013143 la técnica impresa más cercana y UK2068646 divulgan un transformador de corriente y un conocido transformador totalizador de corriente, respectivamente.

35 [0007] Una de las características fundamentales relacionadas con los transformadores amperométricos, en particular aquellos aplicables a disyuntores automáticos, es que las uniones eléctricas de los conductores que pasan por el toroide incrementan localmente la resistencia eléctrica con una producción de calor resultante. El calor generado debilita la vida del transformador y en particular los delicados devanados secundarios y su recubrimiento aislante. El calor afecta también negativamente al núcleo toroidal, ocasionando alteraciones no deseadas en las típicas curvas de respuesta B-H. Además, cuando se inserta el dispositivo dentro de un disyuntor, dicho calor no deseable provoca que la temperatura del disyuntor aumente, pudiendo afectar con ello a su funcionamiento y rendimiento. Es necesario resaltar además que cuando los transformadores amperométricos se conectan directamente a los terminales de salida del disyuntor, debido a fenómenos de conducción térmica, en la práctica parecen estar expuestos al calor producido por el efecto Joule en el propio disyuntor. Un incremento excesivo en la temperatura del disyuntor puede ocasionar la necesidad de recurrir a una disminución de la potencia del propio disyuntor, es decir, a una infratilización en comparación con los datos nominales, especialmente cuando está instalado dentro de un cuadro de conmutadores. Además, es sin embargo deseable mantener la temperatura operativa de los disyuntores a bajos niveles; se sabe, de hecho, que cuanto más alta sea la temperatura operativa, más corta será la vida útil del disyuntor (o de sus componentes más sensibles).

45 [0008] Normalmente, se intenta resolver tales problemas aumentando las dimensiones y los volúmenes, así como utilizando materiales particularmente resistentes al calor pero de alto coste.

50 [0009] El documento de patente US 3,816,682 divulga un disyuntor de doble presión donde las boquillas de expansión se disponen directamente en los elementos de contacto, de modo que los elementos de contacto puedan enfriarse por la expansión del gas de aislamiento dieléctrico, tal como el hexafluoruro de azufre, utilizado en el sistema de doble presión. El documento de patente US 3,662,137 divulga una unidad conmutadora revestida de metal, la cual incorpora dos tubos de calor en la estructura de contactos de desconexión primaria. El uso de uno o más tubos conduce el calor generado adyacente al punto de separaciones de contacto, y lo desplaza a un área remota, en la cual pueden proporcionarse fácilmente disipadores de calor para disipar más fácilmente el calor generado a la estructura de contacto separable.

55 [0010] A pesar de que estas soluciones conocidas proporcionan ciertamente algunos beneficios técnicos, hay espacio y necesidad de más mejoras.

[0011] Por lo tanto, el objetivo principal de esta invención es hacer frente a tales problemas y proporcionar una solución que ofrezca mejoras en la refrigeración de dicho equipo eléctrico, y particularmente de las partes más calientes próximas al núcleo toroidal, así como en el dispositivo de protección total y en el disyuntor en el que ésta puede insertarse.

5 [0012] Este objetivo se alcanza mediante un transformador de corriente destinado a ser utilizado en un circuito eléctrico que comprende un núcleo toroidal y al menos un conductor eléctrico con una sección que atraviesa el interior de dicho núcleo toroidal, donde comprende un dispositivo de refrigeración que comprende un cuerpo fabricado con un material termoconductor y está configurado de tal manera que tenga una primera parte que se conecte a dicho conductor eléctrico en una posición superior a la sección toroidal y que sea capaz de absorber el calor del conductor eléctrico, y un
10 segundo elemento separado de la primera sección que se conecta a un conductor eléctrico en un punto inferior al núcleo toroidal y es capaz de transmitir calor al conductor eléctrico, comprendiendo dicho cuerpo termoconductor al menos una parte formada por un aislamiento eléctrico capaz de evitar el flujo de corriente a través del mismo dispositivo de refrigeración. Las formas de realización preferidas se definen en las reivindicaciones dependientes 2-9.

15 [0013] Otras características y ventajas se desprenderán de la descripción de algunas formas de realización preferidas, pero no exclusivas, del transformador según la invención, ilustradas sólo a modo de ejemplos no limitativos con la ayuda de los dibujos anexos, donde:

La Figura 1 es una vista en perspectiva que representa una primera forma de realización de un transformador corriente dispuesto para su utilización en el interior de un disyuntor automático tetrapolar de bajo voltaje;

La Figura 2 es una vista en perspectiva que representa diferentes componentes del transformador de la figura 1;

20 La Figura 3 es una vista en perspectiva que representa un interruptor diferencial de bajo voltaje, visto desde la parte posterior, y que comprende un transformador según la forma de realización ilustrada en las Figuras 1-2;

La Figura 4 es una vista en perspectiva que representa una segunda forma de realización de un transformador de corriente según la invención, dispuesto para su uso dentro de un disyuntor automático de bajo voltaje del tipo extraíble;

25 La Figura 5 es una vista en perspectiva que representa diferentes componentes del transformador de la figura 4;

La Figura 6 es una vista en perspectiva despiezada que representa una tercera forma de realización de un transformador de corriente según la invención destinado para su uso en el interior de un disyuntor automático tripolar de bajo voltaje;

30 La Figura 7 ilustra esquemáticamente una posible combinación de transformadores ilustrados en las Figuras 1 y 6;

La Figura 8 es una vista posterior de un disyuntor tetrapolar que emplea la combinación ilustrada en la figura 7.

[0014] En la siguiente descripción, con motivo de la presente invención, los elementos iguales o técnicamente equivalentes, se indican con los mismos números de referencia en las diversas figuras.

35 [0015] Las Figuras 1 y 4 ilustran dos formas de realización posibles de un transformador de corriente, en ambos casos se indica mediante el número de referencia 1, del tipo diferencial, el cual se destina a la detección de corrientes diferenciales presentes en el circuito o sistema dentro del cual se inserta el transformador.

[0016] La Figura 6 ilustra en cambio un transformador de corriente 1 de tipo amperométrico.

40 [0017] En particular, en la figura 1 se ilustra un transformador diferencial 1 para su uso en un disyuntor automático del tipo de ejecución fija ilustrada en la figura 3, en la figura 4 se ilustra un transformador diferencial 1 cuyo uso se destina a un disyuntor automático de tipo extraíble; en la figura 6 se muestran una serie de transformadores de corriente para su uso en un disyuntor tripolar.

45 [0018] Tal y como se ilustra en dichas figuras, el transformador 1 comprende un núcleo toroidal 2, que está hecho normalmente de un material ferromagnético en el que colocan devanados secundarios (no se ilustran en las Figuras 1, 4, mientras que las conexiones de salida relacionadas 60 son visibles en la figura 6 según formas de realización y modelos operativos que son bien conocidos en la técnica y, por ello, no serán descritos en detalle en el presente documento.

50 [0019] En las formas de realización ejemplares de las figuras 1 y 4, el toroide 2 se sitúa dentro de una cubierta de contención 3, destinada a acoplarse con una parte correspondiente 21 del cuerpo del disyuntor para contribuir a la definición de caja completa 22 del propio disyuntor; en el caso de que el transformador 1 haya sido fabricado como un componente autónomo de uso individual o para acoplarlo a un disyuntor como componente adicional, la cubierta 3 podría tener una configuración de caja completa.

[0020] En el ejemplo de la figura 6, se sitúan varios transformadores 1 en el interior de la caja a 3 de un relé, en cuya

placa de circuito 61 se ilustra como ejemplo.

[0021] El transformador 1 comprende, para cada fase del circuito en línea o eléctrico en el que se utilice, al menos un conductor eléctrico, indicado en cualquier caso mediante el número de referencia 4, por el que pasa la corriente que circula en el circuito asociado.

5 [0022] En particular, en el caso de un transformador de corriente 1 de tipo diferencial (figuras 1 y 4), todos los conductores de las fases de circuito eléctricas (dependiendo de la solución de equipamiento adoptada, el neutro podría ser excluido) pasan a través del mismo núcleo toroidal 2; en el caso de un transformador 1 de tipo amperométrico (Figura 6), cada conductor de fase 4 pasará a través del núcleo toroidal 2 correspondiente .

10 [0023] Por lo tanto, en la siguiente descripción, en aras de la simplicidad, se hará referencia a una sola fase del circuito o línea dentro de la cual actúe el transformador 1; evidentemente ha de entenderse que tal descripción es aplicable de manera totalmente análoga a todas las fases de la línea o circuito en las que se detecte la corriente.

15 [0024] Como se representa mejor en las Figuras 2 y 5, donde la cubierta 3 y el núcleo toroidal 2 se han omitido para una mejor claridad de la ilustración, el conductor eléctrico 4 comprende un conductor 5 que posee una sección que atraviesa el interior del núcleo toroidal 2 y que constituye, por tanto, el denominado inductor del dispositivo de protección diferencial 1.

20 [0025] El conductor 4 puede estar formado por un elemento electroconductor, o más comúnmente, por diferentes elementos conectados en serie entre sí, tal y como se ilustra en las figuras adjuntas; en particular, en los ejemplos de formas de realización que se muestran en las Figuras 1-2, 4-5, el conductor 4 comprende un primer conductor 6, cuyo cometido es, por ejemplo, realizar una conexión eléctrica con la parte de ruptura apropiada y real de disyuntor 20, el cual se sitúa dentro de la cubierta 21. Dicha parte de ruptura, que a su vez se conoce, se caracteriza por comprender un par de contactos acoplables/separables dentro de una cámara de arco para cada fase; uno de los contactos se conecta eléctricamente en serie a un conductor 6. En la forma de realización del ejemplo de la figura 2, el elemento 6 se conecta al segundo conductor 5, el cual comprende una sección entera que atraviesa el núcleo 2; sucesivamente, la parte terminal inferior de dicho segundo conductor 5 se conecta con un tercer conductor 7, que, por ejemplo, puede formar una terminal de salida del disyuntor.

[0026] En el ejemplo ilustrado en la figura 5, cada conductor 4 comprende, por ejemplo, un primer conductor 6 hacia la parte superior del núcleo toroidal 2, un segundo conductor 5, y un tercer conductor 7 hacia la parte inferior del núcleo toroidal 2, el cual vuelve hacia arriba en dirección a la parte superior.

30 [0027] Tanto el segundo conductor 5 como las demás secciones/componentes que forman el conductor 4 pueden realizarse mediante elementos rígidos tales como barras, o mediante elementos flexibles, tales como trenzados descubiertos, cables aislados o mediante una combinación de elementos flexibles y rígidos, y pueden estar hechos, por ejemplo, de cobre, aluminio, etc.

35 [0028] Ventajosamente, el transformador de corriente 1 según la invención comprende un dispositivo de refrigeración , identificado en conjunto mediante el número de referencia 10, con un cuerpo hecho de un material termoconductor y configurado de manera que tenga: una primera parte que se conecta al conductor eléctrico 4 en una primera posición (A) en la parte superior (con respecto al flujo de corriente que circula dentro del elemento conductor eléctrico desde el elemento 6 al elemento 7) del núcleo toroidal 2 y capaz de absorber el calor del conductor eléctrico 4; y una segunda parte, separada de la primera parte, que se conecta al conductor eléctrico en una posición (B) inferior (con respecto al flujo de la corriente que circula por el conductor eléctrico desde el elemento 6 al elemento 7) desde el núcleo toroidal 2 y es capaz de transmitir calor al elemento conductor 4.

40 [0029] Además, el cuerpo termoconductor del dispositivo de refrigeración 10 comprende al menos una parte 30 hecha de un material que es eléctricamente aislante, pero conductor térmico a la vez, y es capaz de evitar que la corriente pase a través del propio dispositivo de refrigeración .

45 [0030] En particular, el cuerpo termoconductor puede tener una estructura hecha en su mayoría de un material electroconductor, por ejemplo, cobre, aluminio o cualquier otro material disponible en el mercado que sea adecuado para dicho propósito, dentro del cual se inserta una parte 30 hecha de un material termoconductor, pero eléctricamente aislante a su vez, por ejemplo, la cerámica, o un material plástico resistente a altas temperaturas; alternativamente, el cuerpo del dispositivo 10 podría estar hecho íntegramente de un material termoconductor y eléctricamente aislante, ya sea cerámica o un material plástico resistente a altas temperaturas, o de cualquier otro material adecuado para dicho propósito.

[0031] Preferiblemente, tal y como se ilustra en las figuras adjuntas, el dispositivo de refrigeración 10 se coloca con el cuerpo termoconductor dispuesto completamente en la parte externa del núcleo toroidal 2.

55 [0032] Preferiblemente, el cuerpo termoconductor del dispositivo de refrigeración 10 comprende una cavidad sellada herméticamente 11 (indicada en las figuras mediante líneas discontinuas) que contiene un fluido de refrigeración; preferiblemente, la cavidad 11 comprende una pequeña cantidad de líquido vaporizable, por ejemplo, agua. Preferiblemente, las paredes de la cavidad sellada 11 poseen superficies internas porosas o acanaladas.

- [0033] Ventajosamente, el cuerpo termoconductor del dispositivo 10 se acopla operativamente al conductor eléctrico 4 de manera que la cavidad herméticamente sellada 11 tiene una primera superficie situada en la proximidad de dicha posición (A) en la parte superior del núcleo toroidal 2, y una segunda superficie situada en la proximidad de dicha posición (B) en la parte inferior del núcleo toroidal 2.
- 5 [0034] En particular, tal y como se ilustra en los ejemplos de las figuras 1-2, 4-5 y 6, el cuerpo termoconductor del dispositivo 10 comprende al menos un elemento tubular hueco sellado herméticamente 12 cuyas paredes internas constituyen, por tanto, superficies que delimitan la cavidad 11, que contiene el fluido de refrigeración.
- [0035] Preferiblemente, el dispositivo 10 comprende además dos placas adecuadamente formadas 13, 14, hechas también de material termoconductor, tal como, por ejemplo, aluminio o cobre. Ambas placas 13 y 14 se conectan a los extremos opuestos del elemento tubular 12 y pueden estar equipadas, una o ambas, con agujeros adecuados para la recepción de medios de fijación, tales como tornillos 15, 16, con uno de los componentes del conductor 4.
- 10 [0036] En particular, en los ejemplos ilustrados en las Figuras 1 y 2, un único tornillo 15 conecta la placa 13 con uno de los extremos del conductor 5 y con un extremo del conductor 6 interpuesto entre éstos.
- [0037] En los ejemplos de las figuras 1 y 2, la placa 14 se conecta a través de un único tornillo 16 directamente al conductor 7 y al conductor 5 interpuesto entre éstos; en la forma de realización ejemplar de las Figuras 4 y 5, se conecta la placa 14 mediante otro único tornillo 16 (ilustrado solo en una fase por cuestiones de simplicidad) al conductor 7, el cual se configura de tal manera para que vuelva a subir. Dicha configuración puede utilizarse, por ejemplo, cuando el transformador 1 (o su respectivo dispositivo de protección) se destina para uso en un disyuntor de tipo extraíble dentro del cual el disyuntor puede conectarse/retirarse el disyuntor rápidamente a una posición adecuada, por ejemplo, dentro de un cuadro de conmutadores; con este objetivo, de hecho, el conductor 7 muestra un cilindro conector 9 destinado a ser conectado a un enchufe conductor correspondiente ubicado en el adaptador.
- 15 [0038] En dicha serie de formas de realización ejemplares, el elemento tubular hueco 12, el cual puede presentar un diseño rectilíneo (figuras 1, 2, 6) o estar formado mediante varias vías (figuras; 4, 5), se sitúa de modo que la cavidad herméticamente sellada 11 tenga una primera superficie de intercambio situada en la primera placa 13 y una segunda superficie de intercambio térmico, separada de la primera superficie, situada en la segunda placa 14.
- 20 [0039] Además, el elemento tubular hueco 12 comprende al menos una parte 30 hecha de un material eléctricamente aislante, por ejemplo, de cerámica. En los ejemplos ilustrados, esta parte 30 puede estar constituida por un cuello o una tapa situada en uno de los extremos del elemento tubular 12 en la placa 13 (figuras 1-2, 3) o en la proximidad de la placa 14 (figuras 4-5).
- [0040] Esta parte 30, hecha de material eléctricamente aislante, previene que la corriente pase a través del dispositivo 10; de esta manera, el dispositivo 1 no afecta a la detección de las corrientes.
- 30 [0041] En la práctica, la placa 13 actúa como un colector de calor en la posición (A) en la que se sitúa, por ejemplo, la unión del colector 6, la cual, pudiendo conectarse a los contactos del disyuntor, representa un punto particularmente crítico en cuanto al calentamiento; la primera superficie de la cavidad sellada 11 absorbe (directa o indirectamente) el calor producido por el área de posición (A) y lo transporta a la segunda superficie de la cavidad 11. La segunda superficie transmite calor a la placa 14, la cual actúa como un difusor y transmite calor (directa o indirectamente) al sistema eléctrico de la parte inferior; en referencia particular a las figuras 1, 2, cabe señalar que el elemento conductor 7, que es realmente parte del sistema eléctrico de la parte inferior, está asociado operativamente a la posición B.
- 35 [0042] En conclusión, este es un circuito térmico que tiene: una sección más caliente inmediatamente en la parte superior del núcleo toroidal 2 y que se encuentra en la proximidad de los conductores que pueden ubicarse en el contacto directo con la parte de ruptura real en el interior del disyuntor, es decir, con la parte del disyuntor en la que se pueden alcanzar temperaturas altas; y una sección "de refrigeración" independiente de la sección más caliente, la cual puede situarse en cualquier punto del trayecto de la conexión eléctrica en la parte inferior del núcleo toroidal 2 en la cual la temperatura no tiene un efecto específico en el funcionamiento del transformador 1, al igual que el dispositivo de protección o disyuntor en el interior del cual pueda ser utilizado. La sección más caliente actúa como un evaporador para el fluido de refrigeración situado en el interior de la cavidad sellada, mientras que la sección de refrigeración actúa como condensador; básicamente, un "corto circuito térmico" se consigue mediante las dos secciones (A) y (B) de la cadena eléctrica, caracterizada por temperaturas muy diferentes, donde el dispositivo 10 absorbe calor en la sección más caliente, transfiriéndolo así a la sección de refrigeración que posteriormente lo transfiere a las áreas que estén en contacto con la misma (hacia la línea eléctrica).
- 40 [0043] Se ha observado en la práctica como el transformador 1, según la invención, permite conseguir los objetivos planteados proporcionando diferentes mejoras significativas con respecto a las soluciones conocidas; de hecho, el dispositivo de refrigeración 10 mantiene el toroidal 2 mucho más frío que las soluciones conocidas.
- 45 [0044] Además, el transformador 1 tiene una estructura simple, fácil de usar en cualquier sistema eléctrico como componente independiente o asociado a cualquier tipo de dispositivo de protección, por ejemplo, a un relé electrónico, incluso sólo para suministrarle energía eléctrica, o a un disyuntor.
- 50
- 55

[0045] Por lo tanto, otros objetos de la presente invención incluyen: un dispositivo de protección del circuito eléctrico contra fallos, por ejemplo, ocasionados por un exceso de intensidad o un cortocircuito o corriente de fuga a tierra, caracterizado por el hecho de que éste comprende un transformador de corriente 1 tal y como se describe anteriormente y se define en las reivindicaciones anexas; un disyuntor, por ejemplo, de bajo voltaje, caracterizado por el hecho de que éste comprende directamente un transformador de corriente 1 tal y como se describe anteriormente y se define en las reivindicaciones anexas, o un dispositivo de protección, tal como se ha definido anteriormente, incluyendo un transformador de corriente 1; o finalmente, un sistema eléctrico, por ejemplo, de bajo voltaje, caracterizado por el hecho de que comprende un transformador de corriente tal y como se describe anteriormente y se define en las reivindicaciones anexas o caracterizado por el hecho de que comprende un dispositivo de protección tal como se ha definido anteriormente que comprende un transformador 1, o caracterizado de nuevo por el hecho de que éste comprende un disyuntor que comprende un transformador 1 o un dispositivo de protección que él mismo incluye un transformador 1. El objetivo de esta invención se consigue satisfactoriamente mediante un circuito correspondiente a un sistema eléctrico según la reivindicación 14 rep. 15.

[0046] De esta manera, siendo iguales todas las condiciones, el uso de un transformador 1 con un dispositivo de refrigeración 10 permite tener en particular un disyuntor de rendimiento mejorado y que puede utilizarse en una categoría potencialmente superior que la de un disyuntor igual que no incorpore tal transformador 1.

[0047] El transformador 1 así concebido es susceptible de numerosos cambios y variantes, todos ellos incluidos en el campo del concepto inventivo así como definidos en las reivindicaciones anexas; adicionalmente, todos los detalles pueden sustituirse por otros elementos técnicos equivalentes. Por ejemplo, en cada fase, el número de elementos tubulares así como su configuración, por ejemplo, rectilínea, curvada, o mezclada, puede variar; las placas 13, 14 pueden formarse de forma diferente y pueden estar formadas por diferentes piezas conectadas entre sí; el dispositivo puede comprender un elemento de conexión que consolide el ensamblaje de los componentes destinados a cada fase y transforma el dispositivo 10 en un único bloque, el cual puede incorporarse como módulo individual. Además, los métodos para fijar las placas 13 y 14 a los conductores de la fase 4 pueden ser seleccionados según convenga técnica y económicamente (por ejemplo, tornillos, pernos, remaches o soldaduras). Por otra parte, es posible efectuar cualquier tipo de combinación de los ejemplos ilustrados descritos al principio. Con este fin, las figuras 7 y 8 ilustran una configuración más avanzada, en la cual se muestra una combinación de las formas de realización del transformador 1 ilustrada en las Figuras 1 a 6. En particular, tal y como se ilustra esquemáticamente en la Figura 7, cada conductor de fase 4 pasa primero a través del respectivo núcleo toroidal 2 (primer núcleo toroidal); el ensamblaje de los conductores 4 luego pasa como una unidad a través de un segundo núcleo toroidal 2; en este caso, el dispositivo de refrigeración 10 comprende un cuerpo termoconductor del tipo previamente descrito y posee una primera parte que se conecta al conductor correspondiente 4 en una primera posición en la parte superior del primer núcleo toroidal 2 y es capaz de absorber el calor del conductor eléctrico 4, y una segunda parte separada de la primera parte que se conecta al mismo conductor eléctrico 4 en una posición en la parte inferior del segundo núcleo toroidal 2, y es capaz de transmitir calor de transmisión al elemento conductor mismo. En este caso también, el cuerpo termoconductor comprende al menos una parte de material eléctricamente aislante capaz de evitar que la corriente pase a través del propio dispositivo de refrigeración. En la práctica, los materiales, al igual que las dimensiones, pueden ser de cualquier tipo según los requisitos y el estado de la técnica.

REIVINDICACIONES

1. Transformador de corriente (1) adecuado para ser utilizado en un circuito eléctrico, comprendiendo un núcleo toroidal (2) y al menos un conductor eléctrico (4) teniendo una parte (5) que pasa por dicho núcleo toroidal (2), **caracterizado por** comprender:
5 un dispositivo de refrigeración (10) con un cuerpo de material termoconductor y configurado de modo que tiene una primera parte conectada a dicho conductor eléctrico (4) en una posición (A) aguas arriba del núcleo toroidal (2) y adecuada para absorber el calor del conductor eléctrico (4), y una segunda parte, distanciada de la primera parte, que se conecta al conductor eléctrico (4) en una posición (B) aguas abajo del núcleo toroidal (2) y que es
10 adecuada para transmitir calor al conductor eléctrico (4), comprendiendo dicho cuerpo termoconductor al menos una parte (30) hecha de un material eléctricamente aislante capaz de evitar el flujo de corriente a través del propio dispositivo de refrigeración (10).
2. Transformador de corriente (1) según la reivindicación 1, **caracterizado por** el hecho de que dicho dispositivo de refrigeración (10) se sitúa con dicho cuerpo termoconductor colocado en el exterior del núcleo toroidal (2).
- 15 3. Transformador de corriente (1) según la reivindicación 1, **caracterizado por** el hecho de que dicho cuerpo termoconductor del dispositivo de refrigeración (10) está hecho completamente de un material termoconductor y eléctricamente aislante.
4. Transformador de corriente (1) según una o más de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por** el hecho de que dicho cuerpo termoconductor comprende al menos una cavidad herméticamente sellada (11) que contiene un fluido de refrigeración.
20
5. Transformador de corriente (1) según la reivindicación 4, **caracterizado por** el hecho de que dicho cuerpo termoconductor está conectado operativamente a dicho conductor eléctrico (4) de manera que dicha cavidad herméticamente sellada (11) tiene una primera superficie situada en dicha posición (A) aguas arriba del núcleo toroidal (2) y una segunda superficie situada en dicha posición (B) aguas abajo del núcleo toroidal (2).
- 25 6. Transformador de corriente (1) según la reivindicación 4, **caracterizado por** el hecho de que las paredes de dicha cavidad sellada (11) tienen superficies internas acanaladas o porosas.
7. Transformador de corriente (1) según una o varias de las reivindicaciones 4-6 **caracterizado por** el hecho de que dicho cuerpo termoconductor comprende al menos un elemento tubular hueco sellado herméticamente (12) que contiene dicho fluido de refrigeración.
- 30 8. Transformador de corriente (1) según la reivindicación 7, **caracterizado por** el hecho de que dicho cuerpo termoconductor comprende una primera placa (13) y una segunda placa (14) situadas y conectadas a los extremos opuestos de dicho elemento tubular hueco (12).
9. Transformador de corriente (1) según la reivindicación 7, **caracterizado por** el hecho de que dicho elemento tubular hueco (10) comprende dicha al menos una parte (30) hecha de material eléctricamente aislante.
- 35 10. Dispositivo para proteger un circuito eléctrico contra fallos, **caracterizado por** comprender un transformador de corriente (1) según una o más de las reivindicaciones anteriores.
11. Disyuntor (20) **caracterizado por** comprender un transformador de corriente (1) según una o más de las reivindicaciones 1-9.
12. Disyuntor (20) **caracterizado por** comprender un dispositivo de protección según la reivindicación 10.
- 40 13. Sistema eléctrico **caracterizado por** comprender un disyuntor (20) según la reivindicación 11 o un dispositivo de protección según la reivindicación 10 o un transformador de corriente (1) según una o más de las reivindicaciones 1-9.
14. Disyuntor (20) que comprende:
 - un primer núcleo toroidal (2) y al menos un segundo núcleo toroidal (2);
 - al menos un conductor eléctrico (4) que atraviesa dicho primer y segundo núcleo toroidal (2), **caracterizado por**
45 comprender un dispositivo de refrigeración (10) con un cuerpo hecho de material termoconductor y configurado de modo que una primera parte está conectada a dicho conductor eléctrico (4) en una primera posición aguas arriba del primer núcleo toroidal (2) y adecuada para absorber el calor del conductor eléctrico (4), y una segunda parte, distanciada de la primera parte, que se conecta al conductor eléctrico (4) en una posición aguas abajo del
segundo núcleo toroidal (2) y que es adecuada para transmitir calor al conductor eléctrico (4), comprendiendo
50 dicho cuerpo termoconductor al menos una parte hecha de material eléctricamente aislante capaz de evitar el flujo de corriente a través del propio dispositivo de refrigeración (10).
15. Sistema eléctrico **caracterizado por** comprender un disyuntor (20) según la reivindicación 14.

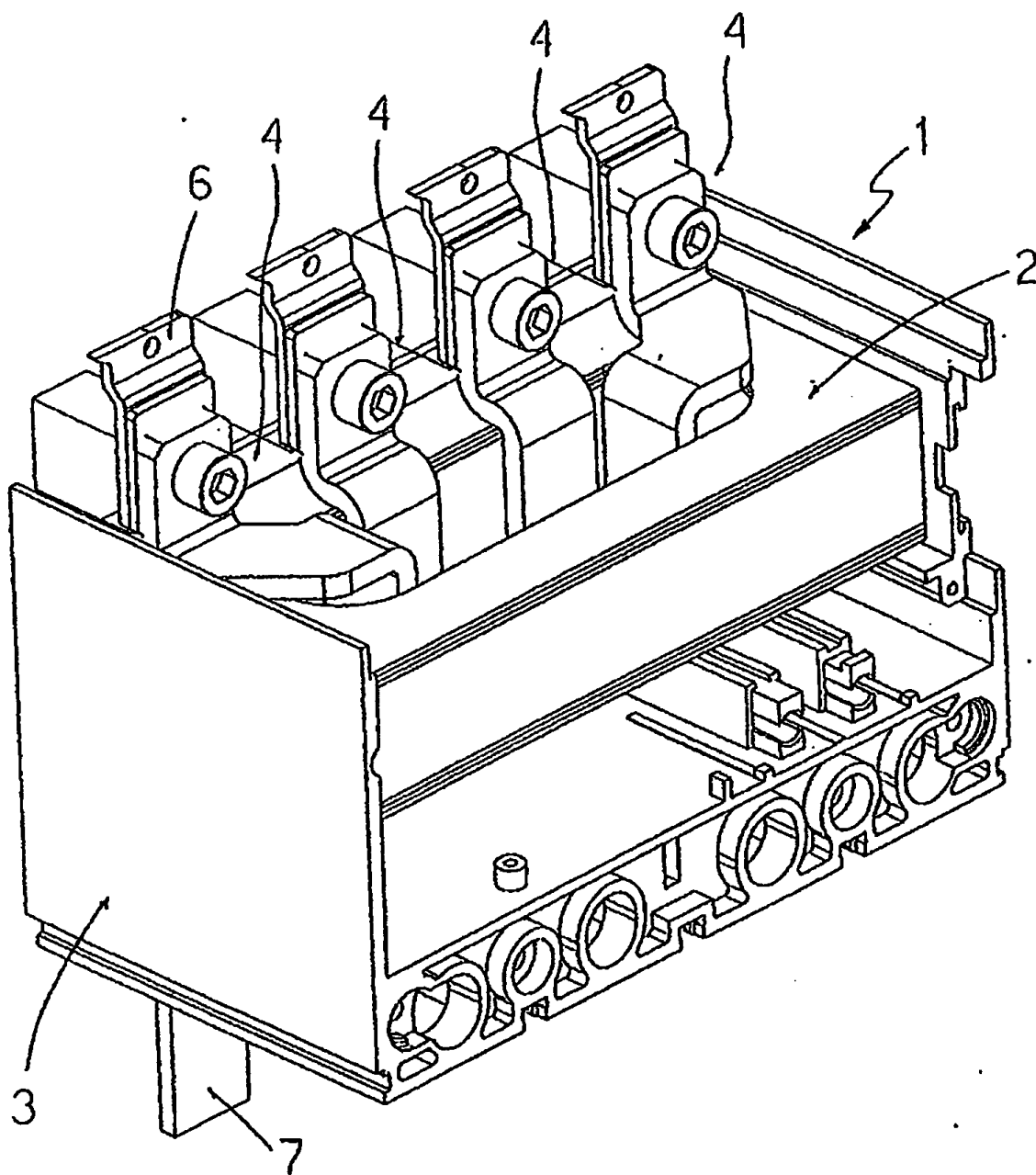


Fig. 1

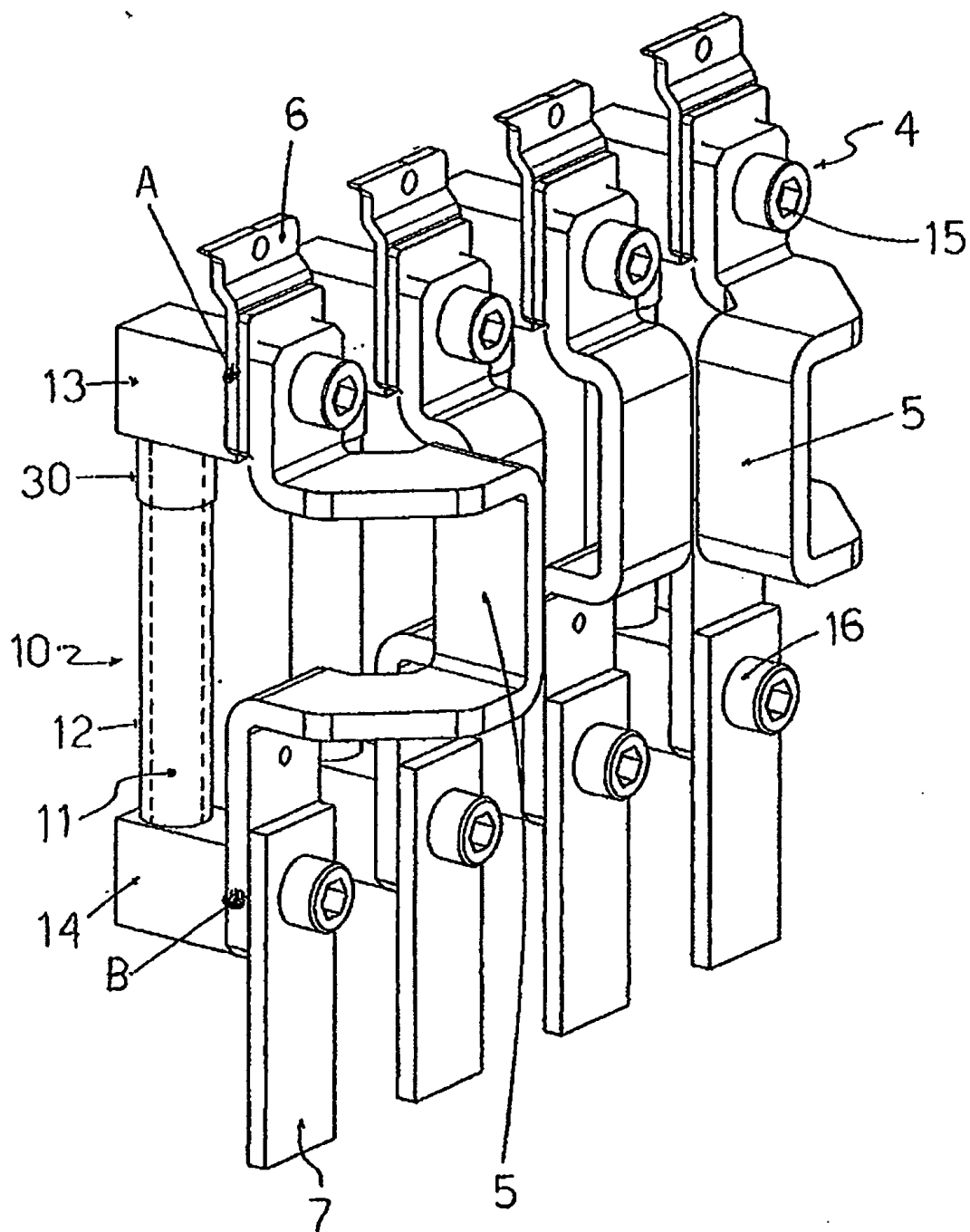


Fig. 2

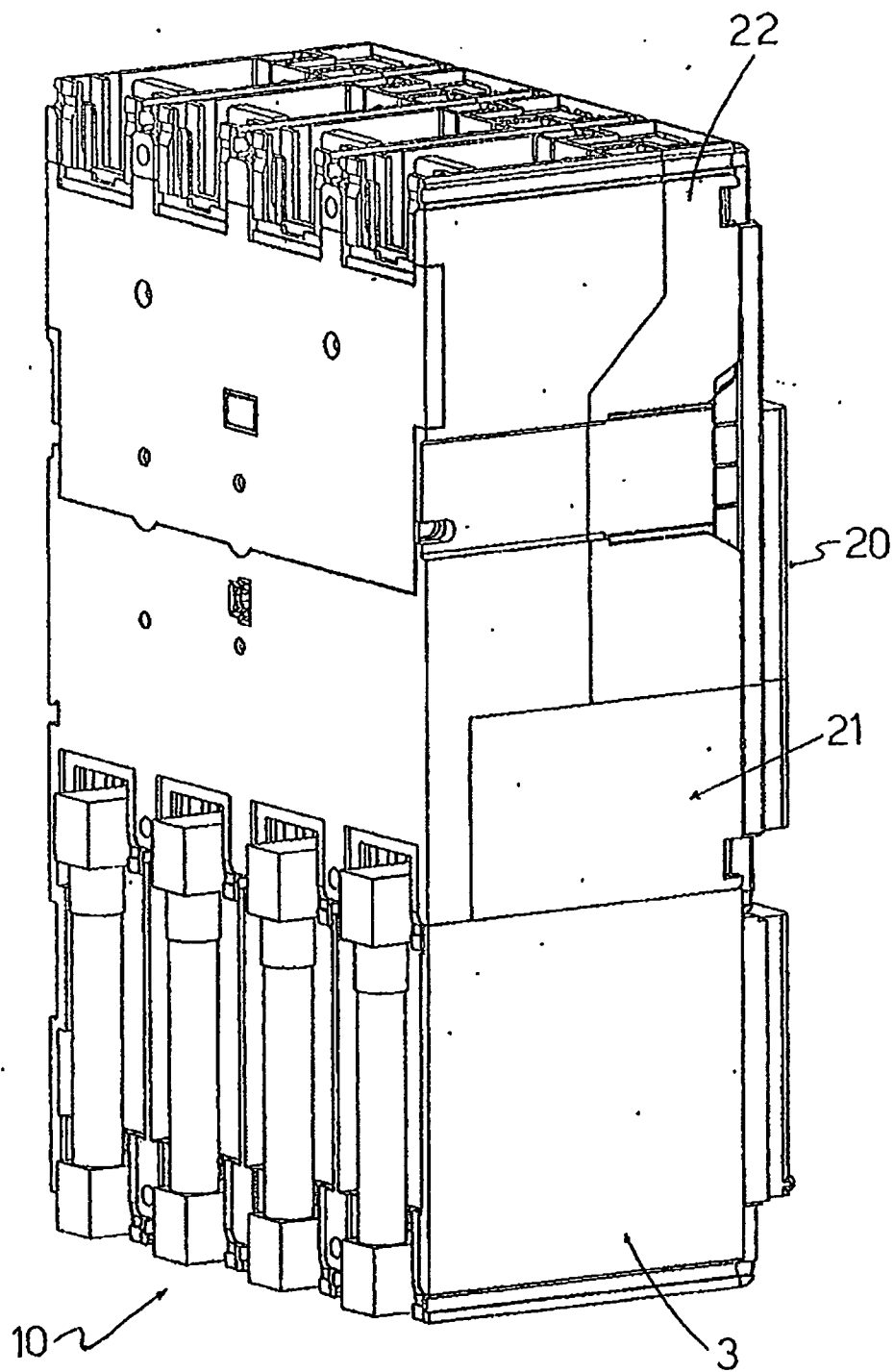


Fig. 3

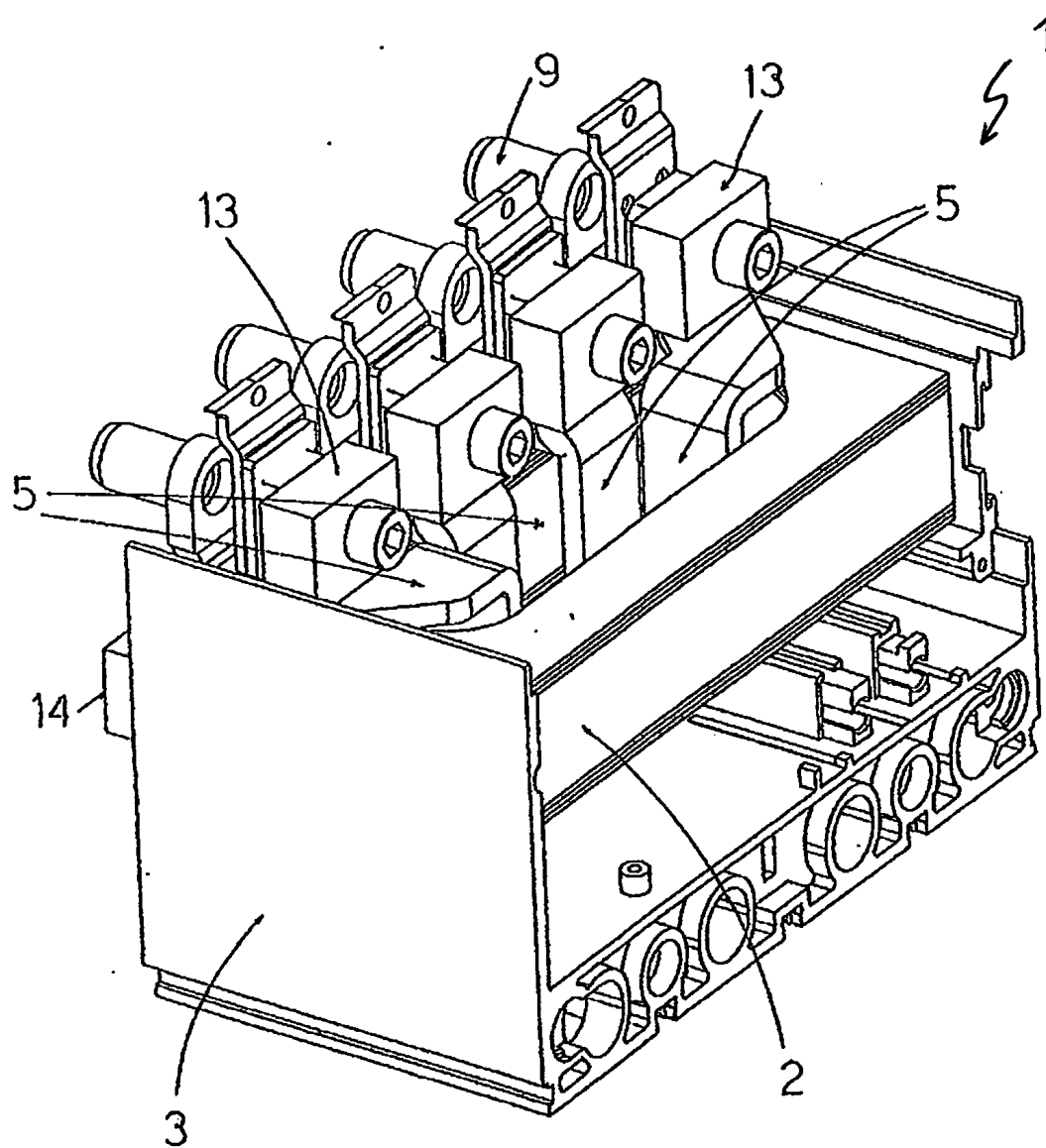


Fig. 4

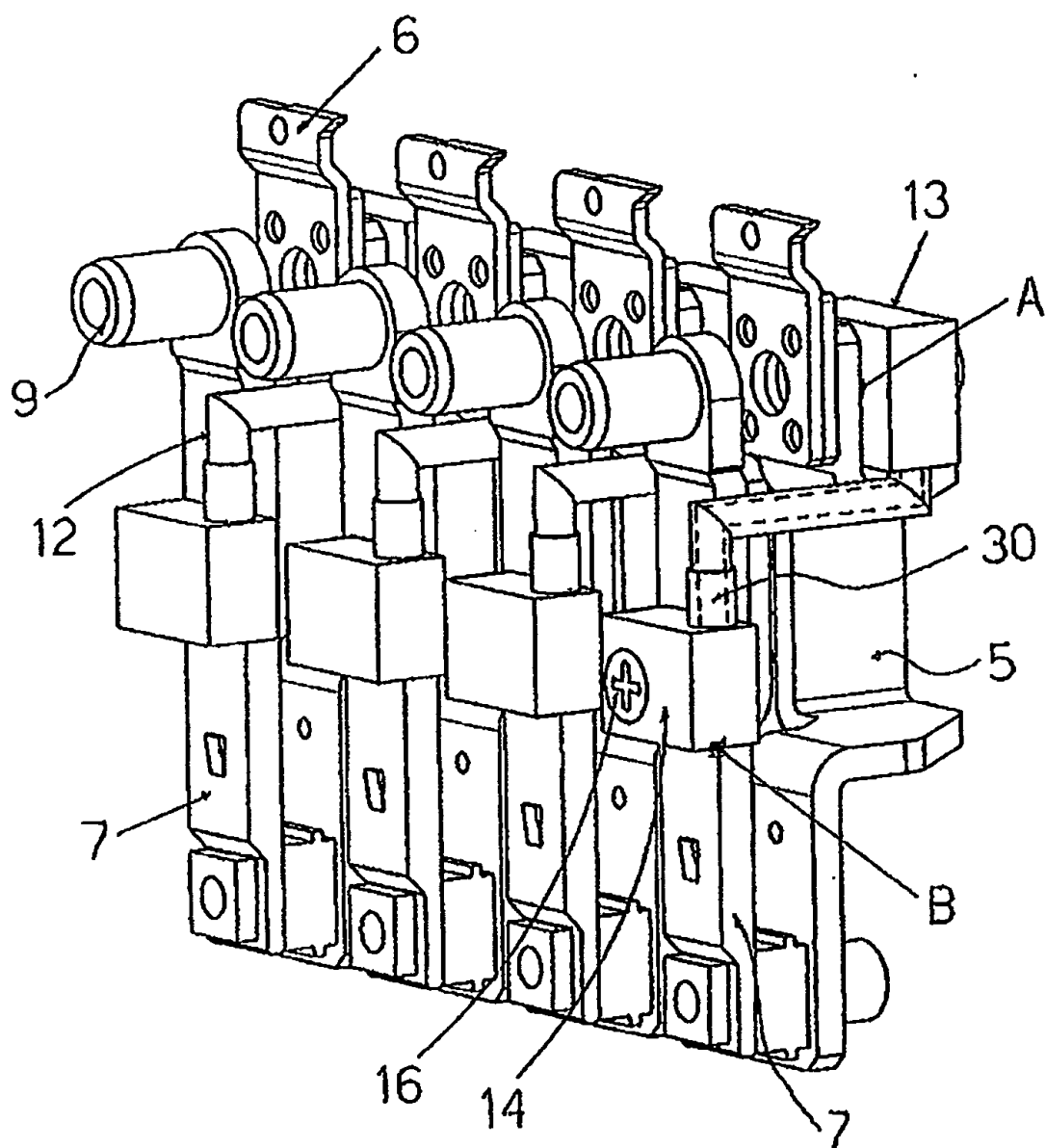


Fig. 5

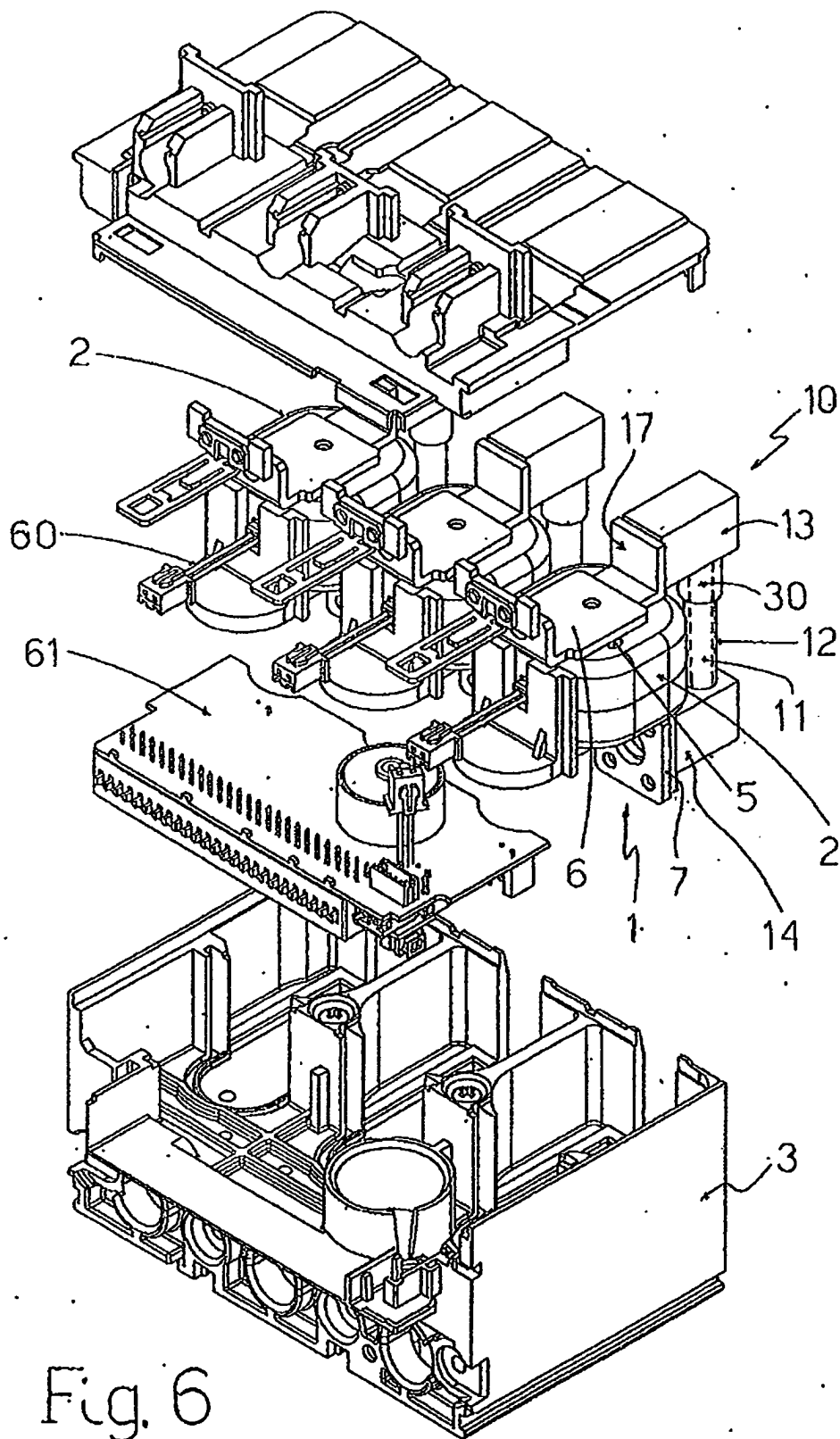


Fig. 6

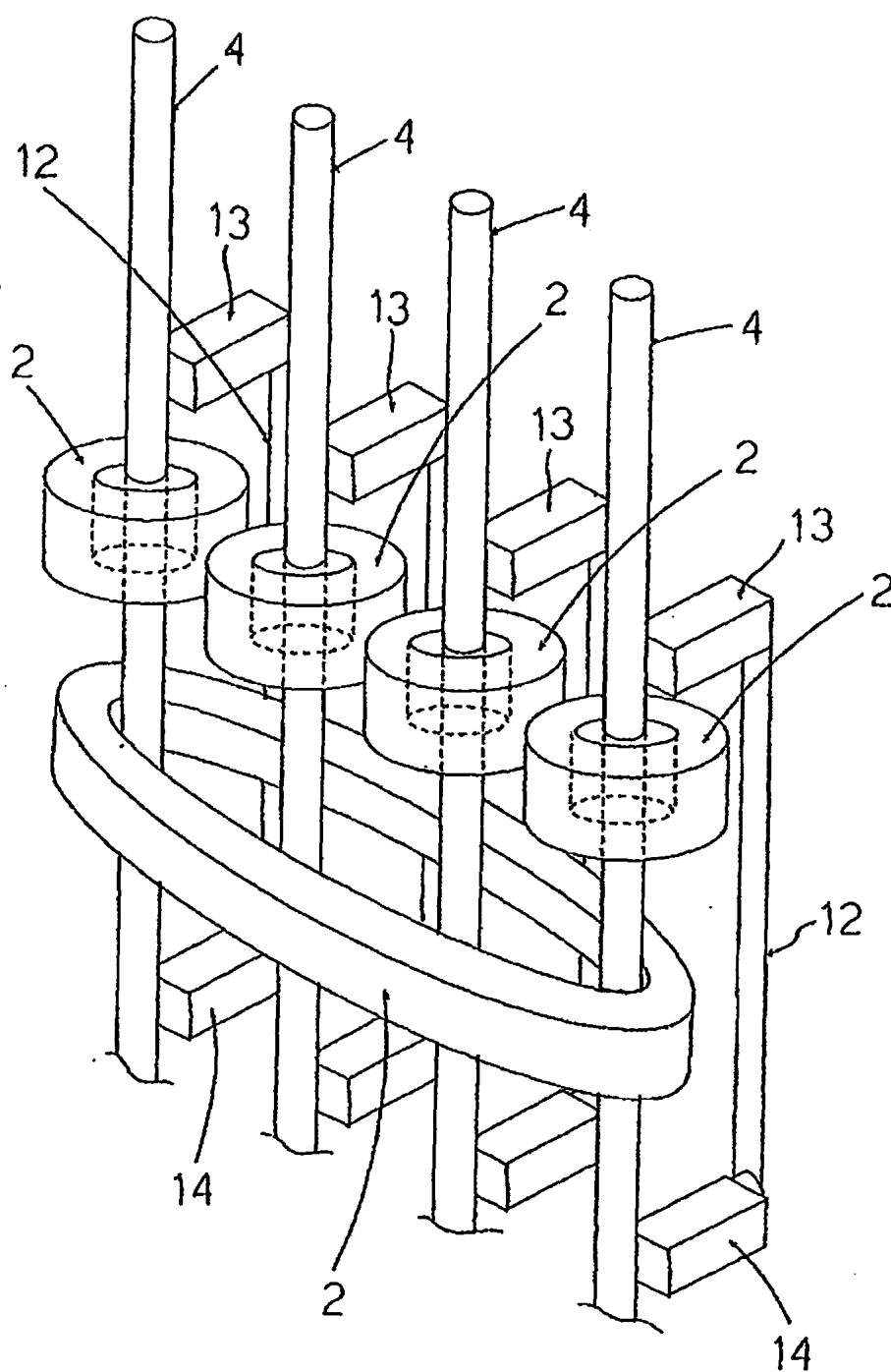


Fig. 7

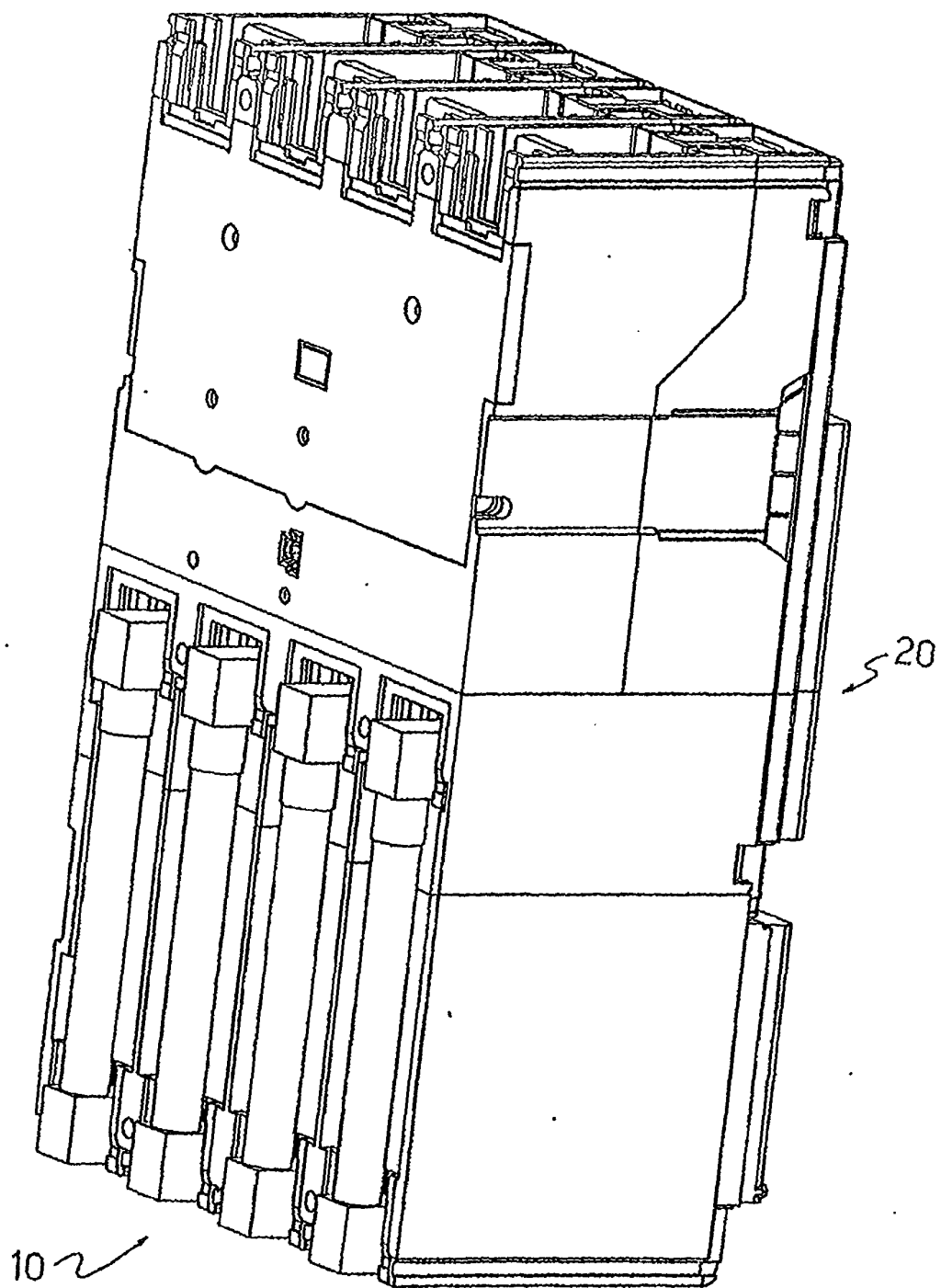


Fig. 8