

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 762 108**

(51) Int. Cl.:

H01F 29/02 (2006.01)
G05F 1/14 (2006.01)
H01F 27/02 (2006.01)
H02J 3/18 (2006.01)
E04H 5/04 (2006.01)
H02M 5/12 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.07.2018 E 18183931 (7)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2019 EP 3435388**

(54) Título: **Disposición para la regulación de variaciones de tensión en una red eléctrica de media tensión**

(30) Prioridad:

17.07.2017 DE 102017116022

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

22.05.2020

(73) Titular/es:

**ABB SCHWEIZ AG (100.0%)
Brown Boveri Strasse 6
5400 Baden, CH**

(72) Inventor/es:

**CORNELIUS, FRANK y
SOETEBIER, SVEN**

(74) Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 762 108 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

Disposición para la regulación de variaciones de tensión en una red eléctrica de media tensión

La invención se refiere a una disposición para la regulación de variaciones de tensión en una red eléctrica de media tensión de acuerdo con la cláusula precaracterizante de la reivindicación 1.

- 5 Para poder compensar fluctuaciones de tensión en líneas de alimentación de redes eléctricas de media tensión que, por ejemplo, se producen dado que los consumidores se conectan o desconectan, como, por ejemplo, hogares e instalaciones industriales, o también productores de energía como, por ejemplo, parques solares o parques eólicos, o bien, la energía requerida o generada por estos distribuida a lo largo del día fluctúa fuertemente, es conocido utilizar denominados reguladores de tensión longitudinal que, en caso necesario, aumentan o reducen el nivel de tensión a las respectivas fases de la red eléctrica para mantener la tensión dentro de un corredor de tensión preestablecido.

En los reguladores de tensión longitudinal conocidos, para ello, un transformador de inyección con varias tomas y un transformador elevador de tensión están conectados a través de un circuito intermedio y un conmutador de contactos escalonado, el último de los cuales se acciona mediante un dispositivo de mando, cuando el nivel de tensión debe aumentarse o reducirse. El transformador elevador de tensión acopla, en este caso, una parte de la tensión generada por el transformador de inyección y tomada por sus bobinas en la respectiva fase de la red eléctrica de media tensión para, a su vez, aumentar o bien reducir su tensión.

Un regulador de tensión longitudinal de este tipo es conocido, por ejemplo, a partir del documento EP 2 942 796 B1.

- 20 En los reguladores de tensión longitudinal utilizados en la práctica hasta ahora, se produce, en este caso, el problema, de que los dos transformadores están refrigerados por aire y, para la prevención de saltos de chispas, deben instalarse a una correspondiente distancia entre sí dentro de un edificio de transformadores, mientras que el dispositivo de mando electrónico para el control de los conmutadores de contactos escalonados que, por lo general, se accionan únicamente con baja tensión, se incluyen en una parte del edificio separada, dividida del edificio de transformadores. Mediante esta disposición distanciada de los transformadores, así como también del dispositivo de mando electrónico, en los reguladores de tensión longitudinal utilizados en la práctica, se produce una gran necesidad de espacio, que también está condicionada, dado que para la refrigeración de los transformadores deben proporcionarse aberturas de ventilación correspondientemente grandes en la pared exterior de la carcasa del transformador, por lo general, cerrada.

30 Por consiguiente, es una misión de la presente invención, lograr una disposición para la regulación de variaciones de tensión en una red eléctrica de media tensión, la cual posea una forma constructiva compacta espacialmente así como un rendimiento eléctrico aumentado.

Esta misión se resuelve, de acuerdo con la invención, mediante una disposición con las características de la reivindicación 1.

- 35 De acuerdo con la invención, la disposición para la regulación de variaciones de tensión en una red eléctrica de media tensión comprende un transformador de inyección, que posee una bobina primaria acoplable eléctricamente con una fase de la red eléctrica de media tensión y una bobina secundaria con al menos dos tomas del lado de la bobina secundaria. La disposición comprende, además, un transformador elevador de tensión, que presenta una bobina secundaria conectada en serie con la al menos una fase, así como una bobina primaria, la última de las cuales es conectable alternante con las al menos dos tomas del lado secundario, a través de un circuito intermedio así como de un conmutador de contactos escalonados para el acoplamiento en la fase de una tensión adicional proporcionada por el transformador de inyección. El conmutador de contactos escalonados es controlable mediante un dispositivo de mando para el accionamiento del conmutador de contactos escalonados. La disposición comprende, además, un espacio de aceptación, en el cual están aceptados el transformador de inyección, el transformador elevador de tensión, así como el conmutador de contactos escalonados y el dispositivo de mando. La disposición se caracteriza porque al menos la bobina primaria y la secundaria del transformador de inyección, la bobina primaria y la secundaria del transformador elevador de tensión, así como también el conmutador de contactos escalonados están aceptados en una primera área espacial del espacio de aceptación, en un recipiente del transformador en aceite y porque el dispositivo de mando está dispuesto en una segunda área espacial del espacio de aceptación, separada de la primera área por una pared divisoria. En el caso del recipiente del transformador en aceite se trata de un recipiente o tanque, preferiblemente, en forma de paralelepípedo, estanco a líquidos, que está lleno con un aceite de transformador conocido para transformadores de alta tensión, en el cual están aceptadas las bobinas del transformador de inyección y del transformador elevador de tensión, así como, dado

el caso, también otros componentes de los transformadores, preferiblemente, los denominados componentes activos de los transformadores.

Mediante la invención resulta la ventaja, que las bobinas, de las cuales cada uno de los transformadores contiene, preferiblemente, tres bobinas en total para cada una de las tres fases de la red eléctrica de media tensión, a causa del efecto aislante del aceite de transformador pueden disponerse a una distancia tan juntas entre sí, que la superficie base del espacio de aceptación se puede reducir en total en aprox. 40 %.

Si bien, el transformador de inyección y el transformador elevador de tensión también pueden estar dispuestos, respectivamente, en un recipiente del transformador en aceite propio, que está separado espacialmente del respectivo otro recipiente del transformador en aceite, en la forma de realización preferida de la invención, estos están dispuestos en un recipiente del transformador en aceite común, por lo cual resulta la ventaja que se reduce la cantidad de conductos y sensores, con los que se suministra el aceite de transformador, o bien se controla su temperatura y estado.

Según otra idea subyacente de la invención, el commutador de contactos escalonados está dispuesto sobre el transformador de inyección, por lo cual resulta la ventaja que las líneas eléctricas se pueden mantener muy cortas desde las tomas de la bobina secundaria, o bien bobinas secundarias en caso de varias fases, al commutador de contactos escalonados, de modo que puede reducirse el despliegue de dispositivos para el aislamiento de las líneas que conducen la alta tensión y, con ello, los costes.

El commutador de contactos escalonados es, de manera preferida, un commutador de contactos escalonados aislado en gas, que se posiciona directamente por encima del transformador de inyección y puede estar fijado, por ejemplo, a la carcasa del recipiente del transformador en aceite. Mediante la utilización de un commutador de contactos escalonados aislado en gas y la disposición del mismo sobre el lado superior del recipiente del transformador en aceite, resulta la ventaja que no solo se puede reducir la superficie base ocupada por la disposición de acuerdo con la invención, sino que adicionalmente también la altura y, con ello, el espacio necesario de la disposición en comparación con transformadores de contactos escalonados convencionales conocidos. Además, de este modo, la disposición es escalable a diferentes rendimientos de los transformadores, o bien del commutador de contactos escalonados.

Según otra idea subyacente de la invención, el espacio de aceptación tiene la forma de un paralelepípedo, que posee una superficie base cuyo lado longitudinal presenta una mayor longitud que el lado transversal. La segunda área espacial se extiende, en esta forma de realización de la invención, a través del lado transversal del paralelepípedo y se bloquea mediante un elemento de bloqueo, preferiblemente, una puerta o una tapa, la cual puede abrirse exclusivamente desde fuera. A causa de esto, resulta la ventaja que en el interior del espacio de aceptación no debe proporcionarse una zona de acceso para acceder al dispositivo de mando, lo que, de manera ventajosa, conduce a la reducción adicional de la superficie base. Por consiguiente, el dispositivo de mando, que contiene la correspondiente electrónica y computadora para el control del commutador de contactos escalonados, así como para la adquisición de las magnitudes eléctricas de la red eléctrica de media tensión y que se aísla eficazmente por la pared divisoria de la primera área espacial, en la que están dispuestos los transformadores, que se accionan con una tensión de varios KV, son accesibles sin limitación desde fuera por un operario.

En la forma de realización en forma de paralelepípedo descrita por último, se produce una disposición particularmente compacta espacialmente, dado que las bobinas primarias y secundarias del transformador de inyección para cada una de las tres fases de la red eléctrica de media tensión están dispuestas en una primera hilera y las bobinas primarias y secundarias del transformador elevador de tensión para cada una de las tres fases de la red eléctrica están dispuestas en una segunda hilera que discurre paralela con respecto a la primera hilera dentro de la primera área espacial, extendiéndose las dos hileras paralelas con respecto a los lados longitudinales, entre la pared divisoria y el lado transversal opuesto a la pared divisoria del espacio de aceptación. Esto posibilita una forma constructiva particularmente compacta espacialmente en la que, de manera ventajosa, también se produce un buen acceso a los transformadores en la primera área espacial, por ejemplo, a través de puertas o tapas laterales y, al mismo tiempo, una separación mejor posible entre las partes que conducen alta tensión de los transformadores y del commutador de contactos escalonados en la primera área espacial, así como del dispositivo de mando en la segunda área espacial.

En la forma de realización preferida de la invención, el espacio de aceptación está realizado, de manera ventajosa, como una unidad transportable, por ejemplo, como un contenedor, cuyas paredes laterales pueden estar compuestas de metal o, también en parte, de piezas prefabricadas de hormigón, y cuya superficie base posee, preferiblemente, una longitud de 3,8 m y una anchura de 2,4 m. En este caso, representa una ventaja particular de la disposición de acuerdo con la invención, que únicamente la placa base, la pared divisoria, la pared frontal opuesta a la pared divisoria, la cual delimita hacia afuera la primera área espacial en el lado transversal, así como también los

elementos de pared que limitan lateralmente la segunda área espacial que, por ejemplo, poseen una longitud de 0,42 m, deben estar configurados como elementos de soporte para obtener un espacio de aceptación transportable móvil autoportante. Los elementos de bloqueo dispuestos en los lados longitudinales de la primera sección espacial, así como también los elementos de bloqueo para el bloqueo de la segunda área espacial pueden, por el contrario, estar configurados como puertas de chapa no portantes sencillas o rejillas, por lo cual, de manera ventajosa, se reduce adicionalmente el peso total de la unidad transportable móvil.

A continuación, se describe la invención con relación a los dibujos mediante una forma de realización preferida. En los dibujos muestran

la Fig. 1, una vista en planta esquemática sobre una forma de realización preferida de la disposición de acuerdo con la invención y

la Fig. 2, una representación esquemática de un esquema eléctrico con otros componentes implicados de la disposición de acuerdo con la invención.

Como se muestra en la Fig. 1, la disposición 1 de acuerdo con la invención para la regulación de variaciones de tensión en una red eléctrica de media tensión, la cual presenta, por ejemplo, un cuarto hilo designado con N, así

como al menos una fase designada con $P_{1, 2, 3}$, comprende un espacio 10 de aceptación, por ejemplo, una caseta del transformador, la cual posee una primera área 10a espacial así como una segunda área 10b espacial. En la primera área 10a espacial se encuentra un transformador 2 de inyección, que presenta una bobina 2a primaria acoplable eléctricamente con una fase $P_{1, 2, 3}$ de la red eléctrica de media tensión y una bobina 2b secundaria, con al menos dos tomas 5.1, 5.2, 5.3 del lado de la bobina secundaria, que están conectadas con un conmutador de contactos escalonados, en particular, un conmutador 6 de contactos escalonados aislado en gas. En la primera área 10a espacial del espacio 10 de aceptación se encuentra, además, un segundo transformador 4 elevador de tensión, que posee una bobina 4a secundaria conectada en serie con la al menos una fase $P_{1, 2, 3}$, así como una bobina 4b primaria, la última de las cuales es conectable alternante, a través del conmutador 6 de contactos escalonados, con las respectivas tomas 5.1, 5.2, 5.3 de la bobina 2b secundaria del transformador 2 de inyección, para acoplar una tensión adicional en la red eléctrica de media tensión, para el aumento o la reducción de la respectiva tensión de la fase $P_{1, 2, 3}$ de la red eléctrica de media tensión, la cual se superpone con la respectiva tensión de la fase $P_{1, 2, 3}$.

según el signo de polaridad a una nueva tensión total correspondientemente aumentada o reducida de la fase $P_{1, 2, 3}$. Para ello, puede estar previsto que la entrada y la salida de la bobina 4a primaria del transformador 4 elevador de tensión se pueden intercambiar una con otra, en caso necesario, a través de otros conmutadores y resistores eléctricos no mostrados en detalle, de modo que en lugar de una tensión adicional acoplada positiva se acopla una tensión adicional negativa, que reduce de manera correspondiente la tensión de la fase $P_{1, 2, 3}$ cuando, por ejemplo, a causa de una alta irradiación solar y una alta velocidad del viento se inyecta un exceso en energía solar y eólica en la red eléctrica de media tensión. Expresado de otra manera, las conexiones de la bobina 4a primaria del transformador 4 elevador de tensión, de manera preferida, para la inversión del sentido de la corriente en la bobina 4 primaria, a través de conmutadores eléctricos y, dado el caso, resistores de carga óhmicos en sentido contrario, son conectables con el conmutador 6 de contactos escalonados y la segunda conexión de la bobina 2a secundaria del transformador 2 de inyección.

Los conectores así como, dado el caso, resistores necesarios para el proceso de conmutación del conmutador 6 de contactos escalonados, no están dibujados por motivos técnicos de representación en la representación esquemática de los componentes de conmutación en la Fig. 2.

Como se puede deducir además de la representación de la Fig. 1 y 2, el conmutador 6 de contactos escalonados se controla mediante un dispositivo 8 de mando, preferiblemente, electrónico, el cual se encuentra en la segunda área 10b espacial, que está separada de la primera área 10a espacial por una pared 14 divisoria.

Como está indicado en la representación de la Fig. 2 mediante las líneas discontinuas, así como las líneas onduladas contenidas dentro, el transformador 2 de inyección y el transformador 4 elevador de tensión están dispuestos con sus respectivas bobinas, así como, preferiblemente, también el conmutador 6 de contactos escalonados, en un recipiente 12 del transformador en aceite, que, p. ej., está compuesto de chapa de acero y lleno con un aceite de transformador eléctricamente aislante conocido. La refrigeración del aceite de transformador en el recipiente 12 del transformador en aceite tiene lugar, preferiblemente, a través de convección, para lo cual la pared exterior del recipiente 12 puede estar provista con una pluralidad de aletas refrigeradoras, como está indicado en la Fig. 1. Como se puede deducir de la vista en planta sobre la disposición de acuerdo con la invención en la Fig. 1, las bobinas 2a primarias y las bobinas 2b secundarias, bobinadas en un núcleo de inductancia, para una respectiva de las tres fases $P_{1, 2, 3}$ de la red eléctrica, están dispuestas a lo largo de una primera hilera; y las bobinas 4a primarias y las 4b secundarias del transformador 4 elevador de tensión están posicionadas en una segunda hilera, que se extiende paralela con respecto a la primera hilera.

Como se puede deducir, además, en este caso, de la representación de la Fig. 1, el espacio 10 de aceptación, en la forma de realización preferida, posee una forma de paralelepípedo con una superficie base, cuyo lado L longitudinal presenta una mayor longitud que su lado Q transversal. El lado L longitudinal puede, por ejemplo, poseer una longitud de 3,8 m, mientras que el lado Q transversal posee únicamente una longitud de 2,4 m. La altura puede 5 ascender, p. ej., de 2,5 m a 3,5 m, o también más. Esta configuración y disposición ventajosa, notablemente más compacta espacialmente de los transformador 2, 4 conduce, en comparación con disposiciones conocidas utilizadas en la práctica, en las que se utilizan dos hileras de bobinas de transformador aisladas en aire que discurren rotadas 10 en 90 °, en comparación con la disposición de acuerdo con la invención de la Fig. 1, a una reducción de la superficie base de la disposición de acuerdo con la invención desde 15 m cuadrados a únicamente 9,12 m cuadrados, lo que corresponde a un ahorro de superficie de aprox. 40 %.

Como se puede deducir, además, de la representación de la Fig. 1, el dispositivo 8 de mando se encuentra exclusivamente en la segunda área 10b espacial, que se encierra por la pared 14 divisoria, así como lados laterales no descritos en detalle conectados con ésta. El acceso a esta segunda área 10b espacial aislada eléctrica y, 15 térmicamente de la primera área 10a espacial tiene lugar, en este caso, de acuerdo con la invención, a través de una o, también, dos puertas o tapas 16, que son pivotables hacia afuera, de modo que todo el dispositivo 8 de mando, que preferiblemente está dispuesto en un armario de distribución, se puede operar desde fuera. Los elementos 18 de bloqueo, que se extienden a lo largo de los dos lados L longitudinales de la disposición 1 de acuerdo con la invención, pueden, por ejemplo, estar configurados como chapas o rejillas de ventilación, que están fijadas removibles a los correspondientes elementos de soporte a través de una correspondiente atornilladura u otros elementos de fijación, para poder retirarlas hacia afuera para el mantenimiento de los transformadores 2, 4, así 20 como del interruptor 6 de contactos escalonados.

Lista de símbolos de referencia

1	disposición de acuerdo con la invención
2	transformador de inyección
25	2a bobina primaria
	2b bobina secundaria
4	transformador elevador de tensión
4a	bobina secundaria
4b	bobina primaria
30	5.1-5.3 toma
	6 comutador de contactos escalonados
	8 dispositivo de mando
	10 espacio de aceptación
	10a primera área espacial
35	10b segunda área espacial
	12 recipiente del transformador en aceite
	14 pared divisoria
	16 puerta/tapa de acceso a la segunda área espacial
	18 elementos de bloqueo para la primera área espacial
40	P _{1, 2, 3} fase de la red eléctrica
	N cuarto hilo
	L lado longitudinal del espacio de aceptación
	Q lado transversal del espacio de aceptación

REIVINDICACIONES

1. Disposición (1) para la regulación de variaciones de tensión en una red eléctrica de media tensión, que comprende un transformador (2) de inyección, que posee una bobina (2a) primaria acoplable eléctricamente con una fase de la red eléctrica de media tensión, y una bobina (2b) secundaria, con al menos dos tomas (5.1, 5.2, 5.3) del lado de la bobina secundaria, un transformador (4) elevador de tensión, que posee una bobina (4a) secundaria conectada en serie con la al menos una fase (P_{1, 2, 3}), así como una bobina (4b) primaria, la última de las cuales es conectable alternaente con las al menos dos tomas (5.1, 5.2, 5.3) del lado secundario, a través de un conmutador (6) de contactos escalonados para el acoplamiento en la fase (P_{1, 2, 3}) de una tensión adicional proporcionada por el transformador (2) de inyección, un dispositivo (8) de mando para el accionamiento del conmutador (6) de contactos escalonados, así como un espacio (10) de aceptación, en el cual están aceptados el transformador (2) de inyección, el transformador (4) elevador de tensión, así como el conmutador (6) de contactos escalonados y el dispositivo (8) de mando,
 5 caracterizada por que
 la bobina (2a, 2b) primaria y secundaria del transformador (2) de inyección, la bobina (4a, 4b) primaria y secundaria del transformador (4) elevador de tensión, así como el conmutador (6) de contactos escalonados, están aceptados en una primera área (10a) espacial del espacio (10) de aceptación en un recipiente (12) del transformador en aceite, y por que el dispositivo (8) de mando está dispuesto en una segunda área (10b) espacial del espacio (10) de aceptación separada de la primera área (10a) espacial por una pared (14) divisoria.
- 10 2. Disposición (1) según la reivindicación 1,
 15 caracterizada por que
 el transformador (2) de inyección y el transformador (4) elevador de tensión están dispuestos, respectivamente, en un recipiente (12) del transformador en aceite propio, que está separado espacialmente del respectivo otro recipiente del transformador en aceite.
- 20 3. Disposición (1) según la reivindicación 1,
 25 caracterizada por que
 el transformador (2) de inyección y el transformador (4) elevador de tensión están dispuestos juntos en un recipiente (12) del transformador en aceite común.
- 30 4. Disposición (1) según una de las reivindicaciones anteriores,
 35 caracterizada por que
 el conmutador (6) de contactos escalonados está dispuesto por encima del recipiente (12) del transformador en aceite, preferiblemente, sobre el transformador (2) de inyección.
5. Disposición (1) según una de las reivindicaciones anteriores,
 40 caracterizada por que
 el espacio (10) de aceptación posee la forma de un paralelepípedo con una superficie base, cuyo lado (L) longitudinal presenta una mayor longitud que su lado (Q) transversal, y por que la segunda área (10b) espacial se extiende a través del lado transversal del paralelepípedo y es accesible exclusivamente desde fuera, a través de un elemento de bloqueo, preferiblemente una puerta o una tapa (16).
- 45 6. Disposición (1) según la reivindicación 5,
 50 caracterizada por que
 el transformador (2) de inyección y el transformador (4) elevador de tensión poseen, respectivamente, una cantidad de bobinas (2a, 2b, 4a, 4b) primarias y secundarias que corresponde a la cantidad de la fases (P_{1, 2, 3}) de la red eléctrica de media tensión, que están dispuestas de pie a lo largo de dos hileras que discurren paralelas entre sí, las cuales se extienden en la primera área (10a) espacial desde la pared (14) divisoria hacia el lado (Q) transversal, opuesto a la pared (14) divisoria, del espacio (10) de aceptación.
- 55 7. Disposición (1) según una de las reivindicaciones anteriores,
 60 caracterizada por que
 el espacio (10) de aceptación está realizado como unidad transportable, preferiblemente, como contenedor, en el cual están aceptados los transformadores (2, 4), el conmutador (6) de contactos escalonados y el dispositivo (8) de mando.
- 65 8. Disposición (1) según una de las reivindicaciones anteriores,
 70 caracterizada por que
 el conmutador (6) de contactos escalonados es un conmutador de contactos escalonados aislado en gas.
- 75 9. Disposición (1) según una de las reivindicaciones anteriores,

caracterizada por que las conexiones de la bobina (4a) primaria del transformador (4) elevador de tensión son conectables a través de commutadores eléctricos en sentido inverso con el commutador (6) de contactos escalonados para la inversión del sentido de la corriente en la bobina (4) primaria.

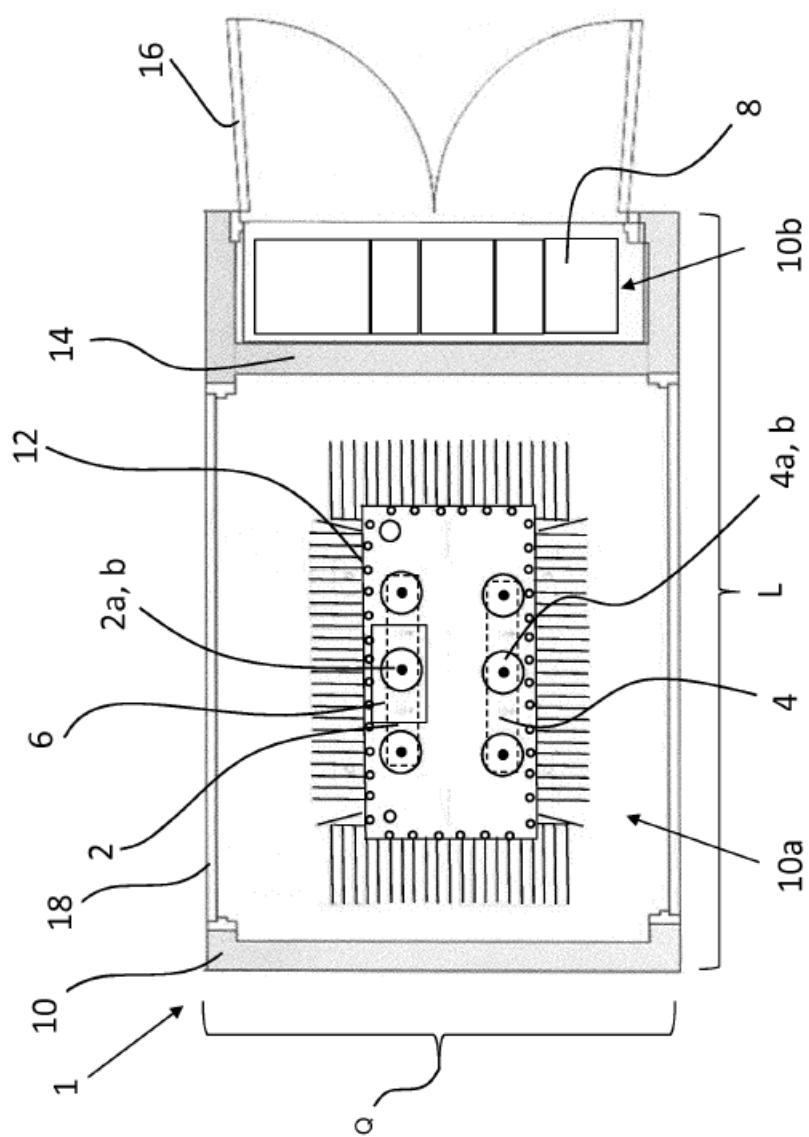


Fig. 1

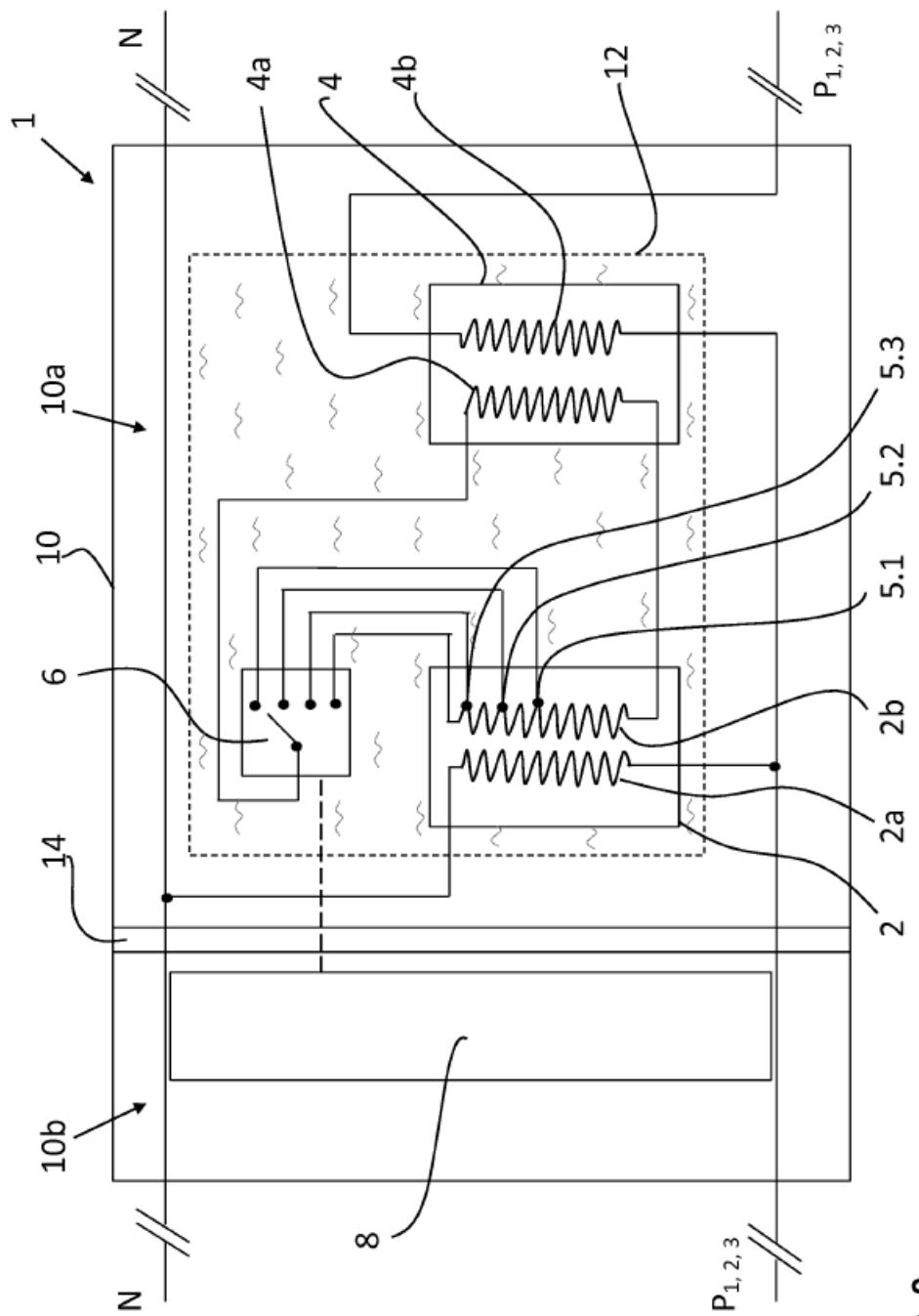


Fig. 2