

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 950 091**

51 Int. Cl.:

H02H 1/00 (2006.01)

G01R 31/08 (2010.01)

H02M 1/32 (2007.01)

H02H 1/04 (2006.01)

H02H 7/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.03.2019** **PCT/EP2019/057825**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.10.2020** **WO20192921**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.03.2019** **E 19716815 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.05.2023** **EP 3928399**

54 Título: **Procedimiento para detectar un arco eléctrico**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
05.10.2023

73 Titular/es:

SIEMENS ENERGY GLOBAL GMBH & CO. KG
(100.0%)
Otto-Hahn-Ring 6
81739 München, DE

72 Inventor/es:

ARMSCHAT, CHRISTOPH;
SCHREMMER, FRANK y
JÄNICKE, LUTZ-RÜDIGER

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 950 091 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

Procedimiento para detectar un arco eléctrico

En los componentes de semiconductor de potencia, en caso de una falla, pueden producirse arcos eléctricos que ocasionan daños considerables. Debido a un arco eléctrico encendido o a un fuego que se produce por el mismo, en una carcasa que rodea el componente de semiconductor de potencia no sólo puede dañarse el componente de semiconductor de potencia, sino que también puede dañarse la carcasa y como consecuencia puede afectarse el entorno de la carcasa. Por último, puede ensuciarse, dañarse o incluso destruirse toda la instalación electrónica de potencia en donde se encuentra el componente de semiconductor de potencia.

Un ejemplo de ello es un convertidor multinivel modular que presenta una serie de módulos. En cada módulo se encuentran uno o varios componentes de semiconductor de potencia. Los módulos están realizados como módulos bipolares, por tanto, tienen dos conexiones. Entre las dos conexiones está dispuesto un interruptor de puenteo para puentear el módulo en caso de presentarse una falla en el módulo.

Tan pronto como se detecta una falla en el módulo, el interruptor de puenteo se cierra para puentear el módulo (cortocircuitar). A continuación, la corriente circula mediante el interruptor de puenteo y ya no por el módulo defectuoso. Sin embargo, en caso de que el interruptor de puenteo no se cierre por algún motivo, entonces la corriente continúa circulando mediante el componente de semiconductor de potencia del módulo, y en ese componente de semiconductor de potencia puede producirse un arco eléctrico, así como éste puede continuar encendido. Un arco eléctrico de esa clase, dentro de un periodo muy breve, daña el componente de semiconductor de potencia, así como los componentes que se encuentran en el entorno. Después de algunos segundos, el arco eléctrico en general también dañará una carcasa de encapsulado que rodea el componente de semiconductor de potencia. Tan pronto como la carcasa de encapsulado esté dañada también se producen daños por fuera de la carcasa de encapsulado. Como consecuencia debe desconectarse y repararse todo el convertidor multinivel.

Un procedimiento para detectar un componente de semiconductor defectuoso se describe en la solicitud EP 2 549 634 A1. En otros documentos, como las solicitudes EP 0 575 932 A1, EP 1 710 592 A2 o DE 10 2009 038209 A1, se muestran dispositivos que se utilizan para la detección de arcos eléctricos perturbadores.

El objeto de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento y una instalación electrónica de potencia con los que pueda detectarse la aparición de un arco eléctrico en un componente de semiconductor de potencia.

Dicho objeto, según la invención, se soluciona mediante un procedimiento y mediante una instalación electrónica de potencia según las reivindicaciones independientes. En las reivindicaciones dependientes se indican formas de ejecución ventajosas del procedimiento y de la instalación.

Se describe un procedimiento para detectar un arco eléctrico en un componente de semiconductor de potencia (en particular en un componente de semiconductor de potencia de una instalación de alta tensión o de un convertidor), en el cual una unidad de control del componente, asociada al componente de semiconductor de potencia, mediante una primera ruta de comunicaciones óptica, transmite mensajes a una unidad de control de orden superior, donde en el procedimiento

- luz emitida por el arco eléctrico, mediante una segunda ruta de comunicaciones óptica, se transmite a la primera ruta de comunicaciones óptica,

- esa luz se acopla ópticamente a la primera ruta de comunicaciones óptica,

- la transmisión de mensajes que tiene lugar desde la unidad de control del componente, mediante la primera ruta de comunicaciones óptica, hacia la unidad de control de orden superior, es perturbada por esa luz acoplada, y

- la unidad de control de orden superior detecta el arco eléctrico debido a esa transmisión de mensajes perturbada. Por tanto, la unidad de control de orden superior detecta que está encendido un arco eléctrico debido a la transmisión de mensajes perturbada. El componente de semiconductor de potencia en particular puede estar dispuesto en una carcasa de encapsulado. En este caso, es particularmente ventajoso que la luz emitida por el arco eléctrico se acople a la primera ruta de comunicaciones óptica. Por tanto, la primera ruta de comunicaciones óptica se utiliza adicionalmente para transmitir luz emitida por el arco eléctrico a la unidad de control de orden superior. Debido a esto no se necesita otra ruta de comunicaciones óptica hacia la unidad de control de orden superior. En el caso de una distancia, a menudo considerable, entre el componente de semiconductor de potencia y la unidad de control de orden superior, de este modo, pueden evitarse costes considerables para otra ruta de comunicaciones óptica.

- El procedimiento también puede desarrollarse de manera que la unidad de control de orden superior (debido a la transmisión de mensajes perturbada) detecte el arco eléctrico (encendido) sólo si la transmisión de mensajes que tiene lugar desde la unidad de control del componente, mediante la primera ruta de comunicaciones óptica, hacia la unidad de control de orden superior, es perturbada durante al menos 2 segundos, en particular durante al menos 4 segundos. Debido a esto, de manera ventajosa, se evita que un arco eléctrico que está encendido brevemente, que pronto se extingue de nuevo, sea detectado como un arco eléctrico, y que a continuación se inicien acciones con respecto al arco eléctrico. Si el arco eléctrico se extingue después de un periodo breve, en particular después de algunos cientos de milisegundos, no se necesitan acciones especiales de esa clase.
- El procedimiento también puede desarrollarse de manera que el componente de semiconductor de potencia y una entrada de la segunda ruta de comunicaciones óptica estén dispuestos en una carcasa de encapsulado, y que mediante la segunda ruta de comunicaciones óptica la luz emitida por el arco eléctrico sea conducida hacia el exterior, desde la carcasa de encapsulado. Una carcasa de encapsulado de esa clase protege el entorno del componente de semiconductor de potencia en el caso de una falla del componente de semiconductor de potencia. En particular, una carcasa de encapsulado de esa clase puede resistir durante algunos segundos un arco eléctrico que está encendido en el componente de semiconductor de potencia. Sin embargo, un arco eléctrico encendido de forma continua dañaría la carcasa de encapsulado. Por ese motivo, un arco eléctrico que está encendido de forma continua debe detectarse antes de que haya quemado la carcasa de encapsulado.
- El procedimiento puede desarrollarse de manera que la luz emitida por el arco eléctrico sea colectada y guiada a la segunda ruta de comunicaciones óptica (en particular en una entrada de la segunda ruta de comunicaciones óptica) mediante una unidad óptica colectora de luz. Debido a esto se transmitirá más luz mediante la segunda ruta de comunicaciones óptica hacia la primera ruta de comunicaciones óptica, de manera que la detección del arco eléctrico tenga lugar con una fiabilidad elevada.
- El procedimiento también puede desarrollarse de manera que la unidad óptica colectora de luz esté dispuesta en la segunda ruta de comunicaciones óptica, en particular en la entrada de la segunda ruta de comunicaciones óptica. Gracias a esto, la unidad óptica colectora de luz y la segunda ruta de comunicaciones óptica forman una unidad; esa unidad puede montarse de forma comparativamente sencilla cerca del componente de semiconductor de potencia.
- El procedimiento también puede desarrollarse de manera que la primera ruta de comunicaciones óptica y/o la segunda ruta de comunicaciones óptica respectivamente esté conformada como un guiaondas. Los guiaondas se encuentran disponibles en el mercado en una cantidad y calidad suficientes.
- El procedimiento también puede desarrollarse de manera que el componente de semiconductor de potencia sea un componente de semiconductor de potencia de un módulo de un convertidor multinivel modular. En ese caso, la unidad de control del componente en particular es una unidad de control interna del módulo y la unidad de control de orden superior en particular es una unidad de control externa del módulo. La unidad de control de orden superior está asociada a una pluralidad de módulos; la unidad de control de orden superior controla la pluralidad de módulos. La unidad de control de orden superior esencialmente se opera con potencial a tierra; la unidad de control del componente se opera en el potencial eléctrico del respectivo módulo. El procedimiento, por tanto, en particular puede utilizarse de manera ventajosa en un convertidor multinivel modular. Un convertidor multinivel modular de esa clase en general presenta un gran número de módulos. Si desde cada módulo del convertidor multinivel modular debiera disponerse de una ruta de comunicaciones óptica adicional hacia la unidad de control de orden superior (para detectar un arco eléctrico que eventualmente se produce en el módulo), entonces se necesitaría un gran número de rutas de comunicaciones ópticas adicionales. Esto ocasionaría costes considerables. En el procedimiento descrito pueden evitarse esos costes, porque la primera ruta de comunicaciones óptica (que de todas maneras se encuentra presente para la transmisión de mensajes entre la unidad de control del componente y la unidad de control de orden superior) adicionalmente se utiliza para detectar un arco eléctrico.
- El procedimiento también puede desarrollarse de manera que el módulo presente dos conexiones entre las que esté dispuesto un interruptor de puenteo para puentear el módulo en caso de producirse una falla en el módulo. Mediante un interruptor de puenteo de esa clase, en el caso de una falla, el módulo puede puentearse (cortocircuitarse). Después del puenteo del módulo mediante el interruptor de puenteo se extingue un arco eléctrico que eventualmente está encendido en el componente de semiconductor de potencia del módulo. Si el interruptor de puenteo se cierra dentro de un intervalo de tiempo corto (a menudo en el rango de pocos milisegundos hasta pocos cientos de milisegundos), entonces el arco eléctrico sólo está encendido durante un periodo muy breve y después se extingue por sí solo. Un arco eléctrico de esa clase, que está encendido por poco tiempo, no necesariamente debe detectarse de forma adicional, ya que no se requieren acciones adicionales. Pero si por algún motivo el interruptor de puenteo no funciona, en el caso de una falla, y no se cierra, entonces el arco eléctrico continuaría encendido en el componente de semiconductor de potencia del módulo y causaría grandes daños. Por lo tanto, el procedimiento para detectar el arco eléctrico puede utilizarse ventajosamente en particular en el caso de una falla del interruptor de puenteo.

Se describe además una instalación electrónica de potencia, con un componente de semiconductor de potencia, con una unidad de control del componente asociada al componente de semiconductor de potencia (para la activación del elemento de semiconductor de potencia), donde la unidad de control del componente (con el objetivo de la transmisión de mensajes), mediante una primera ruta de comunicaciones óptica, está conectada a una unidad de control de orden superior, y a una segunda ruta de comunicaciones óptica que posibilita una transmisión de luz desde el componente de semiconductor de potencia hacia la primera ruta de comunicaciones óptica, donde la segunda ruta de comunicaciones óptica está conformada de manera que ésta (en el caso de una falla) transmite luz, emitida por un arco eléctrico que se enciende en el componente de semiconductor de potencia, hacia la primera ruta de comunicaciones óptica y la acopla (suministra) a la primera ruta de comunicaciones óptica (ópticamente). La instalación electrónica de potencia en particular puede ser una instalación de alta tensión o un convertidor.

La segunda ruta de comunicaciones óptica, por tanto, transmite luz emitida por el arco eléctrico, que está encendido en el caso de una falla en el componente de semiconductor de potencia, hacia la primera ruta de comunicaciones óptica, y acopla esa luz (ópticamente) a la primera ruta de comunicaciones óptica. En ese caso es suficiente que la segunda ruta de comunicaciones óptica transmita una parte (en particular reducida) de toda la luz emitida por el arco eléctrico, hacia la primera ruta de comunicaciones óptica. La segunda ruta de comunicaciones óptica está acoplada ópticamente a la primera ruta de comunicaciones óptica. La segunda ruta de comunicaciones óptica en particular se extiende desde el componente de semiconductor de potencia hacia la primera ruta de comunicaciones óptica. En el caso de un arco eléctrico encendido, por tanto, la transmisión de luz mediante la segunda ruta de comunicaciones óptica perturba la transmisión de mensajes que tiene lugar desde la unidad de control del componente hacia la unidad de control de orden superior, mediante la primera ruta de comunicaciones óptica. Esa perturbación de la transmisión de mensajes permite a la unidad de control de orden superior detectar el arco eléctrico encendido.

La instalación electrónica de potencia, por tanto, puede estar conformada de manera que el componente de semiconductor de potencia y una entrada de la segunda ruta de comunicaciones óptica estén dispuestos en una carcasa de encapsulado, y que la segunda ruta de comunicaciones óptica conduzca hacia el exterior.

La unidad óptica colectora de luz también puede estar conformada de manera que ésta colecte luz emitida por el arco eléctrico y la guíe a la segunda ruta de comunicaciones óptica (en particular en una entrada de la segunda ruta de comunicaciones óptica).

La instalación electrónica de potencia puede estar conformada de manera que la unidad óptica colectora de luz esté dispuesta en la segunda ruta de comunicaciones óptica, en particular en la entrada de la segunda ruta de comunicaciones óptica.

La instalación electrónica de potencia puede estar conformada de manera que la primera ruta de comunicaciones óptica y/o la segunda ruta de comunicaciones óptica respectivamente esté conformada como un guiaondas.

La instalación electrónica de potencia también puede estar conformada de manera que el componente de semiconductor de potencia sea un componente de semiconductor de potencia de un módulo de un convertidor multinivel modular.

La instalación electrónica de potencia también puede estar conformada de manera que el módulo presente dos conexiones entre las que esté dispuesto un interruptor de puenteo para puenteo el módulo en caso de producirse un falla en el módulo (falla interna del módulo).

El procedimiento descrito y la instalación electrónica de potencia descrita presentan las mismas ventajas, así como ventajas de la misma clase.

A continuación, la invención se explica con mayor detalle mediante ejemplos de ejecución. Los mismos símbolos de referencia se refieren a elementos idénticos o que actúan del mismo modo. Representan:

Figura 1 un ejemplo de ejecución de una instalación electrónica de potencia en forma de un convertidor multinivel,

Figura 2 un ejemplo de ejecución de un módulo de la instalación electrónica de potencia,

Figura 3 un ejemplo de ejecución de otro módulo de la instalación electrónica de potencia,

Figura 4 un sector de la instalación electrónica de potencia con un desarrollo del procedimiento, a modo de ejemplo, y

Figura 5 otro sector de la instalación electrónica de potencia con un desarrollo del procedimiento, a modo de ejemplo.

En la figura 1 está representado un convertidor multinivel 1 como ejemplo de ejecución de una instalación electrónica de potencia 1. Ese convertidor multinivel 1 presenta una primera conexión de tensión alterna 5, una segunda conexión de tensión alterna 7 y una tercera conexión de tensión alterna 9. La primera conexión de tensión alterna 5 está conectada eléctricamente a un primer ramal del módulo de fase 11 y a un segundo ramal del módulo de fase 13. El primer ramal del módulo de fase 11 y el segundo ramal del módulo de fase 13 forman un primer módulo de fase 15 del convertidor 3. El extremo del primer ramal del módulo de fase 11, apartado de la primera conexión de tensión alterna 5, está conectado eléctricamente a una primera conexión de tensión continua 16; el extremo del segundo ramal del módulo de fase 13, apartado de la primera conexión de tensión alterna 5, está conectado eléctricamente a una segunda conexión de tensión continua 17. La primera conexión de tensión continua 16 es una conexión de tensión continua positiva; la segunda conexión de tensión continua 17 es una conexión de tensión continua negativa.

La segunda conexión de tensión alterna 7 está conectada eléctricamente con un extremo de un tercer ramal del módulo de fase 18 y con un extremo de un cuarto ramal del módulo de fase 21. El tercer ramal del módulo de fase 18 y el cuarto ramal del módulo de fase 21 forman un segundo módulo de fase 24. La tercera conexión de tensión alterna 9 está conectada eléctricamente con un extremo de un quinto ramal del módulo de fase 27 y con un extremo de un sexto ramal del módulo de fase 29. El quinto ramal del módulo de fase 27 y el sexto ramal del módulo de fase 29 forman un tercer módulo de fase 31.

El extremo del tercer ramal del módulo de fase 18, apartado de la segunda conexión de tensión alterna 7, y el extremo del quinto ramal del módulo de fase 27, apartado de la tercera conexión de tensión alterna 9, están conectados eléctricamente a la primera conexión de tensión continua 16. El extremo del cuarto ramal del módulo de fase 21, apartado de la segunda conexión de tensión alterna 7 y el extremo del sexto ramal del módulo de fase 29, apartado de la tercera conexión de tensión alterna 9, están conectados eléctricamente a la segunda conexión de tensión continua 17. El primer ramal del módulo de fase 11, el tercer ramal del módulo de fase 18 y el quinto ramal del módulo de fase 27 forman una parte del convertidor 32 del lado positivo; el segundo ramal del módulo de fase 13, el cuarto ramal del módulo de fase 21 y el sexto ramal del módulo de fase 29 forman una parte del convertidor 33 del lado negativo.

Cada ramal del módulo de fase presenta una pluralidad de módulos (1_1, 1_2, 1_3, 1_4 ... 1_n; 2_1 ... 2_n; etc.) que están conectados eléctricamente en serie (mediante sus conexiones del módulo). Los módulos de esa clase también se denominan como submódulos. En el ejemplo de ejecución de la figura 1, cada ramal del módulo de fase presenta n módulos. El número de los módulos conectados eléctricamente en serie mediante sus conexiones del módulo puede ser muy distinto; al menos están conectados en serie tres módulos, pero también, por ejemplo, pueden estar conectados eléctricamente en serie 50, 100 ó más módulos. En el ejemplo de ejecución n = 36: el primer ramal del módulo de fase 11, por tanto, presenta 36 módulos 1_1, 1_2, 1_3, ... 1_36. Los otros ramales del módulo de fase 13, 18, 21, 27 y 29 están estructurados del mismo modo.

En el área izquierda de la figura 1 está representado esquemáticamente un dispositivo de control/unidad de control 35 (unidad de control/dispositivo de control central 35) para los módulos 1_1 a 6_n. Desde esa unidad de control 35 de orden superior se transmiten mensajes ópticos, así como señales ópticas, mediante respectivamente una ruta de comunicaciones óptica 37 (una conexión de comunicaciones óptica 37) hacia los módulos individuales. Los módulos individuales transmiten mensajes ópticos, así como señales ópticas, mediante respectivamente una ruta de comunicaciones óptica 38 (una conexión de comunicaciones óptica 38) hacia la unidad de control 35 de orden superior. Las rutas de comunicaciones ópticas 37 y 38, por ejemplo, pueden estar diseñadas respectivamente como un guiaondas. Las rutas de comunicaciones ópticas 37 y 38, a modo de ejemplo, están representadas solamente para los módulos 1_1, 1_4 y 4_5; hacia los otros módulos están instaladas rutas de comunicaciones ópticas 37 y 38 de la misma clase. Por ejemplo, la unidad de control 35 de orden superior envía respectivamente un mensaje a los módulos individuales, con un valor objetivo para el estado de conmutación de los elementos de conmutación electrónicos de los módulos. Los módulos individuales responden con un mensaje de respuesta con el cual transmiten el estado de conmutación de sus elementos de conmutación electrónicos a la unidad de control 35 de orden superior.

En la figura 2 está representado un ejemplo de ejecución de un módulo 200 del convertidor multinivel modular 1. El módulo, por ejemplo, puede tratarse de uno de los módulos 1_1 ... 6_n representados en la figura 1. También varios módulos o todos los módulos del convertidor multinivel modular 1 pueden estar conformados como el módulo 200 representado. El módulo 200 está conformado como un módulo de medio puente 200. El módulo 200 presenta un primer elemento de conmutación electrónico (que puede desconectarse) 202 (primera válvula de semiconductores 202 que puede desconectarse) con un primer diodo 204 conectado de forma antiparalela. Además, el módulo 200 presenta un segundo elemento de conmutación electrónico (que puede desconectarse) 206 (segunda válvula de semiconductores 206 que puede desconectarse) con un segundo diodo 208 conectado de forma antiparalela, así como un acumulador de energía eléctrico 210 en forma de un condensador 210. El primer elemento de conmutación

electrónico 202 y el segundo elemento de conmutación electrónico 206 respectivamente están conformados como un IGBT (insulated-gate bipolar transistor, del inglés, transistor bipolar de puerta aislada). El primer elemento de conmutación electrónico 202 está conectado eléctricamente en serie con el segundo elemento de conmutación electrónico 206. Como punto de conexión entre los dos elementos de conmutación electrónicos 202 y 206 está
5 dispuesta una primera conexión del módulo 212. En la conexión del segundo elemento de conmutación electrónico 206, que está enfrente del punto de conexión, está dispuesta una segunda conexión del módulo 215. La segunda conexión del módulo 215, además, está conectada eléctricamente a una primera conexión del acumulador de energía 210; una segunda conexión del acumulador de energía 210 está conectada eléctricamente a la conexión del primer elemento de conmutación electrónico 202, que está enfrente del punto de conexión.

El acumulador de energía 210, por tanto, está conectado eléctricamente, de forma paralela, con respecto al circuito en serie formado por el primer elemento de conmutación electrónico 202 y el segundo elemento de conmutación electrónico 206. Por medio de una activación correspondiente del primer elemento de conmutación electrónico 202 y del segundo elemento de conmutación electrónico 206, por medio de la unidad de control 35 de orden superior del convertidor, puede lograrse que entre la primera conexión del módulo 212 y la segunda conexión del módulo 215 se
15 emita una tensión del acumulador de energía 210 o que no se emita ninguna tensión (es decir, que se emita una tensión cero). Mediante la interacción de los módulos de los ramales del módulo de fase individuales puede generarse así la tensión de salida del convertidor, respectivamente deseada. El acumulador de energía puede ser un condensador (o una interconexión de varios condensadores); la tensión del acumulador de energía es entonces la tensión del condensador (o la tensión total de la interconexión). El primer elemento de conmutación electrónico 202 y
20 el segundo elemento de conmutación electrónico 206 son respectivamente un componente de semiconductor de potencia en el que puede producirse un arco eléctrico en el caso de una falla.

En la figura 3 está representado otro ejemplo de ejecución de un módulo 300 del convertidor multinivel modular 1. El módulo 300, por ejemplo, puede tratarse de uno de los módulos 1_1 ... 6_n representados en la figura 1. También
25 varios módulos o todos los módulos del convertidor multinivel modular 1 pueden estar conformados como el módulo 300 representado.

Junto con el primer elemento de conmutación electrónico 202 ya conocido por la figura 2, el segundo elemento de conmutación electrónico 206, un primer diodo libre 204, un segundo diodo libre 208 y el acumulador de energía 210, el módulo 300 representado en la figura 3 presenta un tercer elemento de conmutación electrónico 302 con un tercer
30 diodo libre 304 conectado de forma antiparalela, así como un cuarto elemento de conmutación electrónico 306 con un cuarto diodo libre 308 conectado de forma antiparalela. El tercer elemento de conmutación electrónico 302 y el cuarto elemento de conmutación electrónico 306 respectivamente están conformados como un IGBT. A diferencia del circuito de la figura 2, la segunda conexión del módulo 315 no está conectada eléctricamente al segundo elemento de conmutación electrónico 206, sino a un punto central (punto de conexión) de un circuito en serie eléctrico formado por el tercer elemento de conmutación electrónico 302 y el cuarto elemento de conmutación
35 electrónico 306.

El módulo de la figura 3 es un así llamado módulo de puente completo 300. Ese módulo de puente completo 300 se caracteriza porque en el caso de una activación correspondiente de los cuatro elementos de conmutación electrónicos, entre la primera conexión del módulo 212 y la segunda conexión del módulo 315, de manera opcional,
40 puede emitirse la tensión positiva del acumulador de energía 210, la tensión negativa del acumulador de energía 210 o una tensión del valor cero (tensión cero). De este modo, mediante el módulo de puente completo 300 puede invertirse la polaridad de la tensión de salida. El convertidor multinivel 1 puede presentar sólo módulos de medio puente 200, sólo módulos de puente completo 300 o también módulos de medio puente 200 y módulos de puente completo 300.

En la figura 4 está representado un sector de la instalación electrónica de potencia 1. En este caso, a modo de
45 ejemplo, está representado el módulo 1_4, así como el módulo contiguo 1_3 (es decir el módulo 1_3 contiguo con respecto al módulo 1_4 en el circuito en serie eléctrico), así como la unidad de control de orden superior 35.

El módulo 1_4, en el ejemplo de ejecución, está conformado como un módulo de medio puente y presenta los elementos 202, 204, 206, 208, 210, 212 y 215 ya conocidos por la figura 2. Entre la primera conexión del módulo eléctrica 212 y la segunda conexión del módulo eléctrica 215 está dispuesto un interruptor de puenteo 405. Mediante
50 ese interruptor de puenteo 405, el módulo 1_4 puede puentearse (cortocircuitarse) en caso de presentarse una falla.

El primer elemento de conmutación electrónico 202, en el ejemplo de ejecución, es un componente de semiconductor de potencia 202. Ese componente de semiconductor de potencia 202 (y también el segundo elemento de conmutación electrónico 206 que igualmente representa un componente de semiconductor de potencia 206), son activados mediante la unidad de control del componente 408. La unidad de control del componente 408
55 forma parte del módulo 1_4 y se opera en el potencial eléctrico del módulo 1_4. Las líneas entre la unidad de control del componente 408 y los componentes de semiconductor de potencia 202 y 206 están realizadas como líneas eléctricas (galvánicas). La unidad de control del componente 408, mediante la primera ruta de comunicaciones

óptica 38, se comunica con la unidad de control 35 de orden superior. Para ello, la unidad de control del componente 408, mediante la primera ruta de comunicaciones óptica 38, envía mensajes N a la unidad de control 35 de orden superior. La unidad de control 35 de orden superior, mediante una tercera ruta de comunicaciones óptica 37, envía mensajes N' a la unidad de control del componente 408. La primera ruta de comunicaciones óptica 38 y/o la tercera ruta de comunicaciones óptica 37, en el ejemplo de ejecución, están conformadas como un guiaondas. Gracias a esto se alcanza una separación de potencial eléctrica entre la unidad de control del componente 408 y la unidad de control 35 de orden superior. La unidad de control de orden superior 35 esencialmente está dispuesta con potencial a tierra, mientras que la unidad de control del componente 408 está dispuesta en el potencial eléctrico del módulo 1_4. Gracias a esto pueden resultar diferencias de potencial considerables entre la unidad de control del componente 408 y la unidad de control 35 de orden superior.

El interruptor de puenteo 405 es activado por una unidad de control del interruptor de puenteo 418. En caso de producirse una falla en el módulo 1_4, la unidad de control del interruptor de puenteo 418 envía una señal/un mensaje correspondiente al interruptor de puenteo 405, después de lo cual el interruptor de puenteo 405 se cierra. El cierre correcto del interruptor de puenteo 405 es monitorizado por un circuito de control 421 que está dispuesto en el módulo contiguo 1_3. El módulo contiguo 1_3 (expresado con mayor precisión, el circuito de control 421 del módulo contiguo 1_3) está conectado a la unidad de control del componente 408 del módulo 1_4 mediante rutas de comunicaciones ópticas 424. Dentro del módulo 1_4, la unidad de control del componente 408 está conectada eléctricamente a la unidad de control del interruptor de puenteo 418 mediante una conexión de comunicaciones eléctrica (galvánica) 427.

El primer componente de semiconductor de potencia 202, el segundo componente de semiconductor de potencia 206, así como los dos diodos 204 y 208 están dispuestos en una carcasa de encapsulado 430. En la carcasa de encapsulado 430, además, está dispuesta una entrada 433 de una segunda ruta de comunicaciones óptica 436. La segunda ruta de comunicaciones óptica 436 se extiende hacia la primera ruta de comunicaciones óptica 38. En un punto de acoplamiento 439, la segunda ruta de comunicaciones óptica 436 está acoplada a la primera ruta de comunicaciones óptica 38. Por tanto, la segunda ruta de comunicaciones óptica 436 puede acoplar luz a la primera ruta de comunicaciones óptica 38.

El punto de acoplamiento 439, en donde se acopla la luz desde la segunda ruta de comunicaciones óptica 436 a la primera ruta de comunicaciones óptica 38, puede estar realizado diferente. Por ejemplo, el punto de acoplamiento 439 puede presentar un combinador óptico o las dos rutas de comunicaciones ópticas 436 y 38 pueden unirse una con otra.

En el funcionamiento normal, la unidad de control del componente 408 se comunica con la unidad de control 35 de orden superior mediante los mensajes N enviados por medio de la primera ruta de comunicaciones óptica 38 y los mensajes N' enviados por medio de la tercera ruta de comunicaciones óptica 37. Los mensajes N y N', por ejemplo, están conformados como los así llamados telegramas de mensajes, es decir, que esos mensajes presentan una estructura determinada que es comprendida tanto por la unidad de control del componente 408, como también por la unidad de control 35 de orden superior. Los mensajes N y N', por medio de luz, se transmiten mediante las rutas de comunicaciones ópticas 38 y 37.

Si en el módulo 1_4 se produce una falla, entonces esa falla puede conducir a que por ejemplo el componente de semiconductor de potencia 202 ya no pueda desconectarse correctamente y a continuación (debido a la gran corriente que circula por el componente de semiconductor de potencia 202, a una sobrecarga térmica y a un daño del componente de semiconductor de potencia 202 que resultan de ello), puede conducir a que se produzca un arco eléctrico 442 en el componente de semiconductor de potencia 202. Ese arco eléctrico 442, en el ejemplo de ejecución, conectaría eléctricamente uno con otro el colector y el emisor del componente de semiconductor de potencia 202. El daño es limitado siempre que ese arco eléctrico 442 esté encendido en el interior de la carcasa de encapsulado 430. Pero si el arco eléctrico 442 está encendido por un periodo prolongado, entonces daña la carcasa de encapsulado 430 y el arco eléctrico (así como el fuego prendido en la carcasa de encapsulado 430) alcanza primero el módulo 1_4 y después las partes del convertidor dispuestas por fuera del módulo 1_4. Además, pueden producirse defectos en una gran parte de la superior del convertidor y/o éste puede ensuciarse, lo cual puede implicar trabajos de reparación costosos.

Tan pronto como el arco eléctrico 442 se enciende, el arco eléctrico emite luz. Esa luz emitida por el arco eléctrico 442, por ejemplo, puede tratarse de luz UV o del espectro de luz más amplio de un fuego. Una parte de la luz emitida por el arco eléctrico 442 llega a una unidad óptica colectora de luz 446 que está dispuesta en la entrada 433 de la segunda ruta de comunicaciones óptica 436. En particular, la unidad óptica colectora de luz 446 puede estar dispuesta en la segunda ruta de comunicaciones óptica 436, en particular en la entrada 433 de la segunda ruta de comunicaciones óptica 436. La unidad óptica 446 colecta la luz y guía la luz L a la entrada 433 de la segunda ruta de comunicaciones óptica 436.

La unidad óptica colectora de luz 446 puede estar conformada de distintas formas: por ejemplo, como una lente óptica (lente colectora) o como un cristal que en el borde está provisto de un reflector y que suministra la luz a la entrada 433 de la segunda ruta de comunicaciones óptica 436.

5 La segunda ruta de comunicaciones óptica 436 transmite la luz L que proviene del arco eléctrico 442 a la primera ruta de comunicaciones óptica 38 y acopla esa luz L al punto de acoplamiento de luz 439 en la primera ruta de comunicaciones óptica 38. Mediante la segunda ruta de comunicaciones óptica 436, por tanto, una parte reducida de la luz L que proviene del arco eléctrico/fuego 442 se conduce hacia el exterior desde la carcasa de encapsulado 430 (en general opaca), y se transmite a la primera ruta de comunicaciones óptica 38.

10 A continuación, debido a esa luz L que proviene del arco eléctrico 442 resulta perturbada la transmisión de mensajes N entre la unidad de control del componente 408 y la unidad de control 35 de orden superior. Siempre que el arco eléctrico 442 esté encendido, mediante la segunda ruta de comunicaciones óptica 436 una señal de luz L continua (luz continua L, luz interferente L) se acopla/suministra a la primera ruta de comunicaciones óptica 38. Esa luz L, mediante la primera ruta de comunicaciones óptica 38, es guiada hacia la unidad de control 35 de orden superior. Esa señal luminosa L continua perturba la transmisión de mensajes que tiene lugar mediante la primera ruta de comunicaciones óptica 38. En esa transmisión de mensajes en particular no se utiliza ninguna señal de luz continua (transmisión de mensajes libre de luz continua). Tan pronto como la unidad de control 35 de orden superior detecta la señal de luz L continua, la unidad de control 35 de orden superior detecta que está encendido un arco eléctrico. El arco eléctrico, por tanto, se detecta mediante la aparición de la señal de luz L continua. La unidad de control 35 de orden superior, debido a la transmisión de mensajes perturbada por la luz L, detecta que un arco eléctrico está encendido en el módulo 1_4. Después de esto, la unidad de control 35 de orden superior emite una señal de falla correspondiente. En particular, la unidad de control 35 de orden superior emite la señal de falla sólo después de un tiempo de retardo. Esa señal de falla (en particular en una operación «Y» con una o varias otras señales) puede iniciar la desconexión del convertidor. La señal de falla en particular puede contener la información «el interruptor de puenteo del módulo no está cerrado», puesto que un arco eléctrico encendido de forma continua sólo puede producirse al no estar cerrado el interruptor de puenteo 405.

De manera opcional, el procedimiento también puede desarrollarse de modo que la unidad de control 35 de orden superior detecte el arco eléctrico encendido y, por tanto, también emita la señal de falla, sólo si la transmisión de mensajes que tiene lugar desde la unidad de control del componente 408 hacia la unidad de control 35 de orden superior es perturbada durante al menos 2 segundos, en particular durante al menos 4 segundos. En particular si la perturbación de la transmisión de mensajes ha finalizado nuevamente dentro de los primeros 2 segundos, o dentro de los primeros 4 segundos, entonces esto significa que el arco eléctrico 442 se ha extinguido nuevamente dentro de los 2 ó 4 segundos. En ese caso, la unidad de control 35 de orden superior no necesita emitir ninguna señal de falla, porque el arco eléctrico 442, dentro de ese intervalo de tiempo breve (2 ó 4 segundos) permanecería dentro de la carcasa de encapsulado 430 y, con ello, no se prevén daños mayores. En particular, el arco eléctrico 442 se extingue cuando el interruptor de puenteo 405 se cierra.

El procedimiento descrito en particular puede aplicarse de forma ventajosa cuando el módulo contiguo 1_3 del módulo 1_4 ya ha fallado anteriormente y, por tanto, no puede funcionar más. Además, mediante el circuito de control 421 ya no puede detectarse si el interruptor de puenteo 405 (en el caso de una falla) se cierra de forma adecuada. Mediante el procedimiento descrito y la instalación descrita, sin embargo, también en un caso de esa clase, mediante la segunda ruta de comunicaciones óptica 436, puede detectarse de modo fiable si un arco eléctrico está encendido en un componente de semiconductor de potencia del módulo. Si se detecta un arco eléctrico, la unidad de control 35 de orden superior puede emitir una señal de falla correspondiente, después de lo cual pueden tomarse medidas adecuadas. Por ejemplo, en un caso de esa clase, el módulo de fase afectado del convertidor o todo el convertidor pueden desconectarse (en general, por tanto, toda la instalación electrónica de potencia) para impedir que el daño se propague hacia el exterior, desde el módulo 1_4.

En la figura 5 se muestran nuevamente las etapas del procedimiento para detectar el arco eléctrico, en otra forma de representación. Puede apreciarse claramente cómo la luz emitida por el arco eléctrico 242 (expresado con mayor precisión, una parte L de la luz emitida por el arco eléctrico 242), se transmite mediante la segunda ruta de comunicaciones óptica 436 hacia la primera ruta de comunicaciones óptica 38, y se acopla/se guía a esa primera ruta de comunicaciones óptica 38. La luz L se superpone a los mensajes ópticos N que deben transmitirse desde la unidad de control del componente 408, mediante la primera ruta de comunicaciones óptica 38, hacia la unidad de control 35 de orden superior. Debido a esto es perturbada la transmisión de mensajes desde la unidad de control del componente 408 hacia la unidad de control 35 de orden superior. A causa de esa perturbación, la unidad de control 35 de orden superior detecta que el arco eléctrico 442 está encendido.

55 En este caso, en particular el punto de acoplamiento 439 está dispuesto más cerca de la unidad de control del componente 408 que de la unidad de control 35 de orden superior. El punto de acoplamiento 439, por tanto, está dispuesto de forma contigua al módulo 1_4. Debido a esto, la segunda ruta de comunicaciones óptica 436 sólo necesita presentar una longitud reducida en comparación con la longitud de la primera ruta de comunicaciones óptica 38. Por ejemplo, la primera ruta de comunicaciones óptica 38 puede ser al menos 10 veces más larga que la

segunda ruta de comunicaciones óptica 436. En particular, la primera ruta de comunicaciones óptica 38 puede de 10 a 1000 veces más larga que la segunda ruta de comunicaciones óptica 436.

5 En el ejemplo de ejecución, la unidad de control del componente 408 y la unidad de control 35 de orden superior se comunican entre sí mediante dos rutas de comunicaciones ópticas 37 y 38. En otro ejemplo de ejecución, la unidad de control del componente 408, sin embargo, también puede comunicarse con la unidad de control 35 de orden superior mediante una única ruta de comunicaciones óptica (bidireccional). Esa comunicación/ transmisión de mensajes (del modo antes descrito) es perturbada por el acoplamiento de la luz L que proviene del arco eléctrico 442, en esa ruta de comunicaciones óptica bidireccional.

10 Se describieron un procedimiento y una instalación electrónica de potencia con las que la aparición de un arco eléctrico puede detectarse de forma segura y fiable.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para detectar un arco eléctrico (442) en un componente de semiconductor de potencia (202), en el cual una unidad de control del componente (408), asociada al componente de semiconductor de potencia (202), mediante una primera ruta de comunicaciones óptica (38), transmite mensajes (N) a una unidad de control (35) de orden superior, donde en el procedimiento
5
 - luz emitida (L) por el arco eléctrico (442), mediante una segunda ruta de comunicaciones óptica (436), se transmite a la primera ruta de comunicaciones óptica (38),
 - esa luz (L) se acopla a la primera ruta de comunicaciones óptica (38),
 - la transmisión de mensajes que tiene lugar desde la unidad de control del componente (408), mediante la primera ruta de comunicaciones óptica (38), hacia la unidad de control (35) de orden superior, es perturbada por esa luz (L) acoplada, y
10
 - la unidad de control (35) de orden superior detecta el arco eléctrico (442) debido a esa transmisión de mensajes perturbada.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque
15
 - la unidad de control (35) de orden superior sólo detecta el arco eléctrico (442) si la transmisión de mensajes que tiene lugar desde la unidad de control del componente (408), mediante la primera ruta de comunicaciones óptica (38), hacia la unidad de control (35) de orden superior, es perturbada durante al menos 2 segundos, en particular durante al menos 4 segundos.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque
20
 - el componente de semiconductor de potencia (202) y una entrada (433) de la segunda ruta de comunicaciones óptica (436) están dispuestos en una carcasa de encapsulado (430), y mediante la segunda ruta de comunicaciones óptica (436) la luz (L) emitida por el arco eléctrico (442) es conducida hacia el exterior, desde la carcasa de encapsulado (430).
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque
25
 - la luz emitida por el arco eléctrico (442) es colectada y guiada a la segunda ruta de comunicaciones óptica (436) mediante una unidad óptica colectora de luz (446).
5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque
30
 - la unidad óptica colectora de luz (446) está dispuesta en la segunda ruta de comunicaciones óptica (436), en particular en la entrada (433) de la segunda ruta de comunicaciones óptica (436).
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque
35
 - la primera ruta de comunicaciones óptica (38) y/o la segunda ruta de comunicaciones óptica (436) respectivamente está conformada como un guiaondas.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque
40
 - el componente de semiconductor de potencia es un componente de semiconductor de potencia (202) de un módulo (1_4) de un convertidor multinivel modular (1).
8. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado porque
 - el módulo (1_4) presenta dos conexiones (212, 215) entre las que está dispuesto un interruptor de puenteo (405) para puentear el módulo en caso de producirse una falla en el módulo.
9. Instalación electrónica de potencia (1) con un componente de semiconductor de potencia (202), con una unidad de control del componente (408) asociada al componente de semiconductor de potencia (202),

donde la unidad de control del componente (408), mediante una primera ruta de comunicaciones óptica (38), está conectada a una unidad de control (35) de orden superior, y a una segunda ruta de comunicaciones óptica (436) que posibilita una transmisión de luz desde el componente de semiconductor de potencia (202) hacia la primera ruta de comunicaciones óptica (38), donde

- 5 - la segunda ruta de comunicaciones óptica (436) está conformada de manera que ésta transmite luz (L), emitida por un arco eléctrico (442) que se enciende en el componente de semiconductor de potencia (202), hacia la primera ruta de comunicaciones óptica (38) y la acopla a la primera ruta de comunicaciones óptica (38).

10. Instalación electrónica de potencia según la reivindicación 9, caracterizada porque

- 10 - el componente de semiconductor de potencia (202) y una entrada (433) de la segunda ruta de comunicaciones óptica (436) están dispuestos en una carcasa de encapsulado (430) y la segunda ruta de comunicaciones óptica (436) conduce hacia el exterior, desde la carcasa de encapsulado (430).

11. Instalación electrónica de potencia según la reivindicación 9 ó 10, caracterizada por

- 15 - una unidad óptica colectora de luz (446) que está conformada de manera que ésta colecta luz emitida por el arco eléctrico y la guía hacia la segunda ruta de comunicaciones óptica (436).

12. Instalación electrónica de potencia según la reivindicación 11, caracterizada porque

- la unidad óptica colectora de luz (446) está dispuesta en la segunda ruta de comunicaciones óptica (436), en particular en la entrada (433) de la segunda ruta de comunicaciones óptica (436).

13. Instalación electrónica de potencia según una de las reivindicaciones 9 a 12, caracterizada porque

- 20 - la primera ruta de comunicaciones óptica (38) y/o la segunda ruta de comunicaciones óptica (436) respectivamente está conformada como un guiaondas.

14. Instalación electrónica de potencia según una de las reivindicaciones 9 a 13, caracterizada porque

- el componente de semiconductor de potencia es un componente de semiconductor de potencia (202) de un módulo (1_4) de un convertidor multinivel modular (1).

25 15. Instalación electrónica de potencia según una de las reivindicaciones 9 a 14, caracterizada porque

- el módulo (1_4) presenta dos conexiones (212, 215) entre las que está dispuesto un interruptor de puenteo (405) para puentear el módulo en caso de producirse una falla en el módulo.

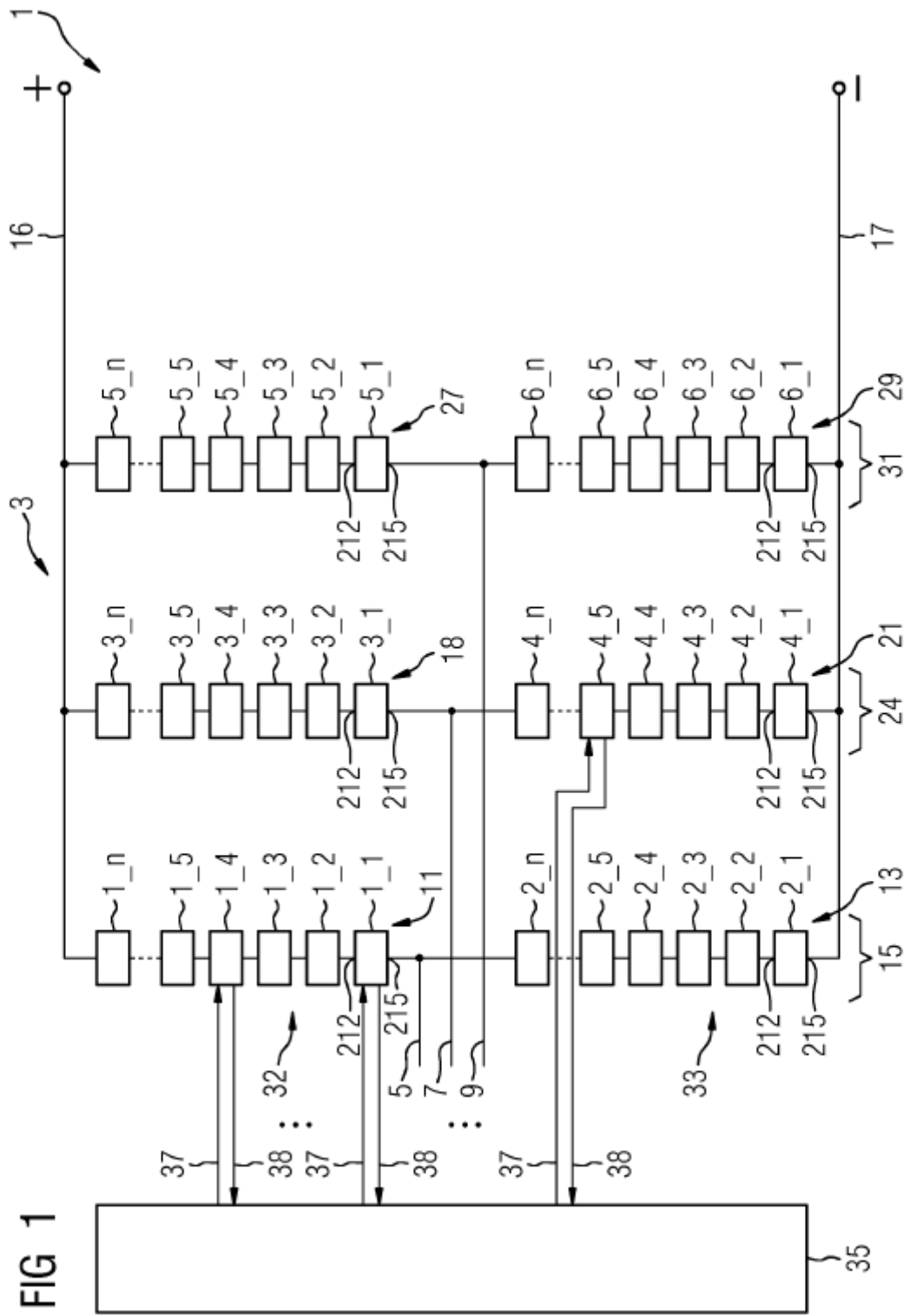


FIG 2

200

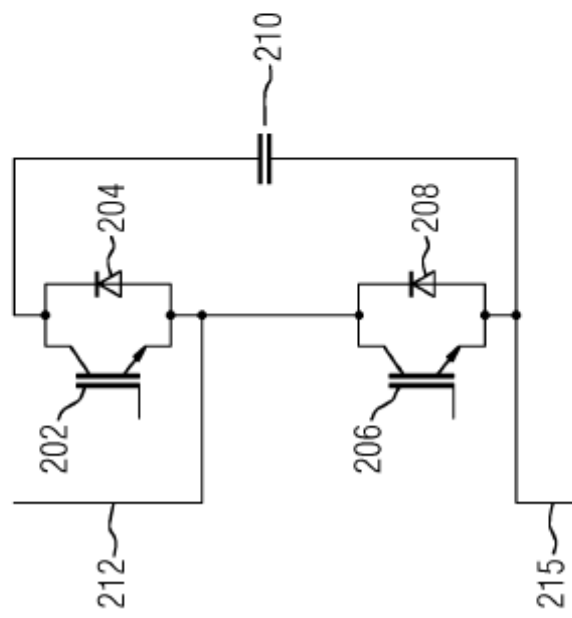


FIG 3

300

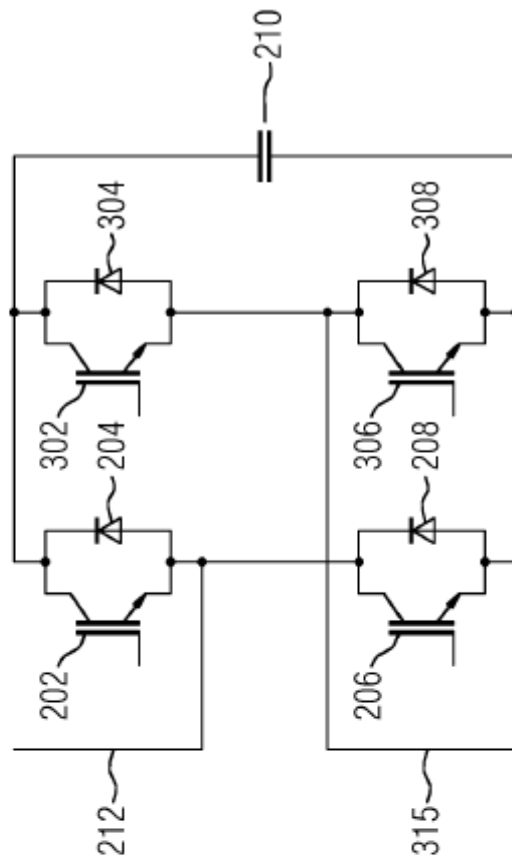


FIG 4

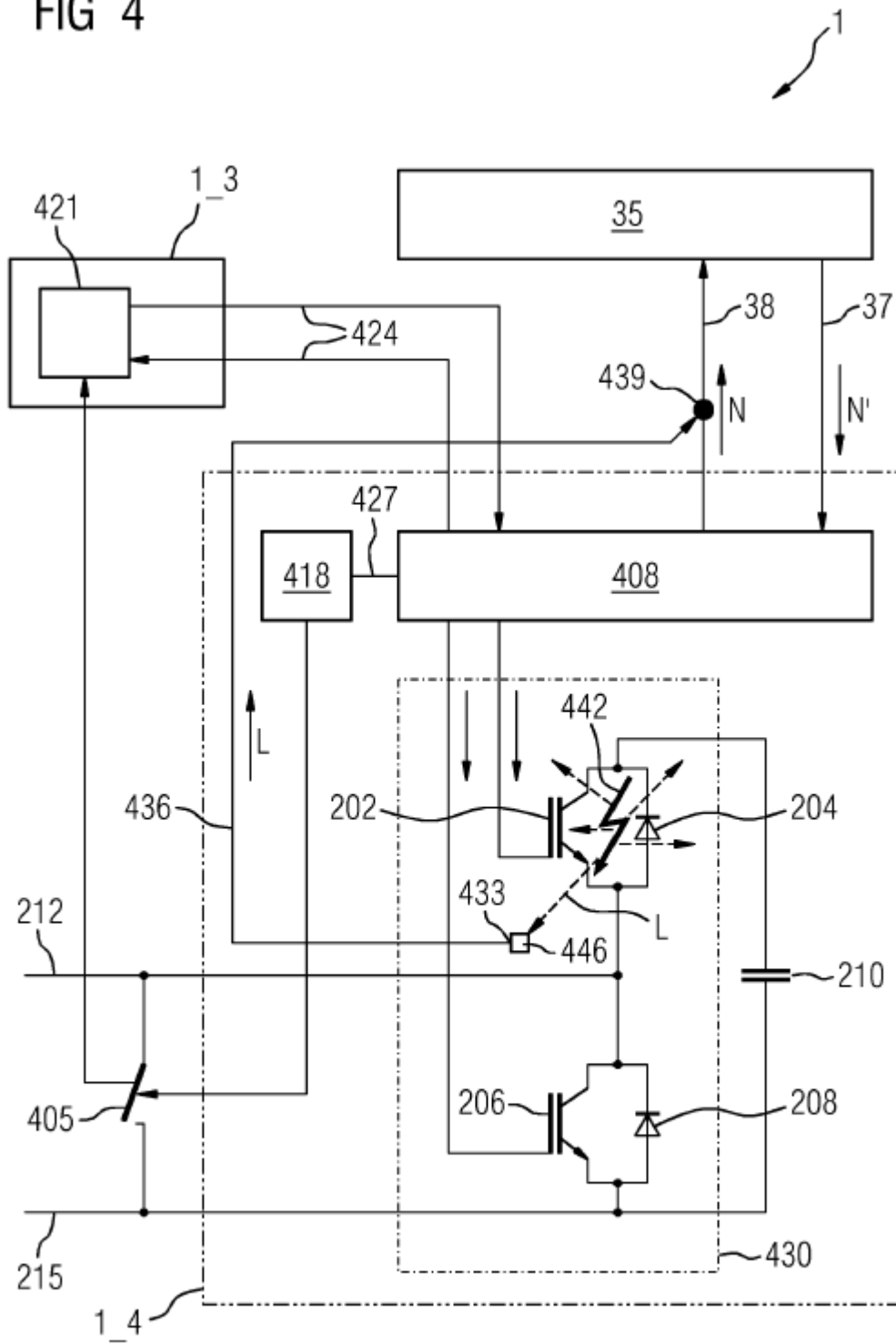


FIG 5

