

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 693 612**

51 Int. Cl.:

H02M 7/12 (2006.01)

H02J 3/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.03.2007 PCT/DE2007/000485**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.09.2008 WO08110129**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2007 E 07711238 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.08.2018 EP 2118993**

54 Título: **Procedimiento para la limitación de daños de un convertidor de corriente que presenta semiconductores de potencia en caso de un cortocircuito en el circuito intermedio de tensión continua**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.12.2018

73 Titular/es:
**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Werner-von-Siemens-Straße 1
80333 München, DE**

72 Inventor/es:
**DOMMASCHK, MIKE;
DORN, JÖRG;
EULER, INGO;
LANG, JÖRG;
TU, QUOC-BUU y
WÜRFLINGER, KRAUS**

74 Agente/Representante:
CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 693 612 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 la limitación de daños de un convertidor de corriente que presenta semiconductores de potencia en caso de un cortocircuito en el circuito intermedio de tensión continua.

5 La invención se refiere a un procedimiento para la limitación de daños de un convertidor de corriente que presenta semiconductores de potencia y que a través de un circuito intermedio de tensión continua afectado por un cortocircuito está unido a al menos un convertidor de corriente adicional o al menos una máquina eléctrica.

10 El dispositivo para convertir una corriente eléctrica es conocido ya por el documento DE10323220A1. En este se da a conocer un llamado convertidor de corriente multiterminal para la conexión a una red de suministro trifásica que alimenta energía. El convertidor de corriente conocido dispone de módulos de fase, cuyo número corresponde al número de las fases de la red de suministro que han de ser conectadas. Cada módulo de fase presenta una conexión de tensión alterna y dos conexiones de tensión continua, estando conectadas las conexiones de tensión continua de los módulos de fase a un circuito intermedio de tensión continua. Entre cada conexión de tensión alterna y cada conexión de tensión continua se extienden derivaciones de módulo de fase, estando constituida cada derivación de módulo de fase por una conexión en serie de submódulos. Cada submódulo dispone de un acumulador de energía propio que está conectado en paralelo con un circuito de semiconductores de potencia. El circuito de semiconductores de potencia dispone de semiconductores de potencia desconectables tales como IGBT, GTO o similares, con los que está conectado de forma antiparalela respectivamente un diodo de marcha libre. Si en el circuito de tensión continua existe un cortocircuito, se produce la descarga de los acumuladores de energía del submódulo correspondiente. Para evitar la destrucción de los semiconductores de potencia de los submódulos, a cada semiconductor de potencia amenazado por un cortocircuito en el circuito de tensión continua está conectado en paralelo por ejemplo un tiristor que se enciende en caso de un cortocircuito y a continuación lleva una gran parte de la corriente de cortocircuito. Esta solución conocida tiene la desventaja de que la unidad de encendido que enciende el tiristor por el que el acumulador de energía de los submódulos es alimentado de energía. Esto hace prescindible un suministro de energía separado de las unidades de encendido. Sin embargo, durante la unión del convertidor de corriente a la red de corriente trifásica, los acumuladores de energía de los submódulos aún no están cargados, de manera que es imposible un encendido de los tiristores. Por lo tanto, al conectarse la red de suministro no puede excluir una destrucción del semiconductor de potencia del convertidor de corriente conocido, si en el circuito de tensión continua existe un cortocircuito.

30 Por el documento WO2007/023064A1 se conoce un dispositivo para la conversión de una corriente eléctrica con al menos un módulo de fase, que presenta una conexión de tensión alterna y al menos una conexión de tensión continua unida a un circuito intermedio de tensión continua, estando realizada entre cada conexión de tensión continua y cada conexión de tensión alterna una derivación de módulo de fase y disponiendo cada derivación de módulo de fase de una conexión en serie de submódulos que presentan respectivamente semiconductores de potencia y un acumulador de energía, estando dispuestos medios de protección de semiconductor en conexión paralela con uno de los semiconductores de potencia de cada submódulo.

En el documento DE19736903A1 se describe una disposición de un ondulator con un conmutador de tensión continua electrónico dispuesto en un circuito intermedio de tensión continua del ondulator.

40 Por lo tanto, la invención tiene el objetivo de dar a conocer un procedimiento del tipo mencionado al principio, en el que se evite eficazmente un daño a causa de un cortocircuito existente en el lado de tensión continua, incluso en caso de conectarse la red de suministro.

45 La invención consigue este objetivo mediante un procedimiento para la limitación de daños de un convertidor de corriente que presenta semiconductores de potencia y que a través de un circuito intermedio de tensión continua afectado por un cortocircuito está unido a otros convertidores de corriente u otro tipo de máquinas eléctricas, en el cual una unidad de excitación es alimentada de energía por un acumulador de energía del convertidor de corriente o del circuito intermedio de tensión continua, la unidad de excitación detecta un cortocircuito y a continuación excita al menos un medio de protección de semiconductor conectado en paralelo a un semiconductor de potencia, de manera que una corriente de cortocircuito fluye tanto a través del medio de protección de semiconductor como a través del semiconductor de potencia conectado en paralelo a ello, siendo cargado cada acumulador de energía antes de la unión del convertidor de corriente al circuito intermedio de tensión continua.

50 Según la invención, cada acumulador de energía del dispositivo en primer lugar se carga antes de encenderse o conectarse la red de tensión alterna, y sólo después de la carga, el acumulador de energía se une al circuito intermedio de tensión continua.

55 Para evitar el flujo de corriente en caso de cortocircuito, el dispositivo convenientemente dispone de un conmutador de tensión continua, a través del que una conexión de tensión continua de cada módulo de fase está unida al circuito de tensión continua. El conmutador de tensión continua dispone de una posición de separación en la que se impide

un flujo de corriente a través del conmutador de tensión continua, y de una posición de contacto en la que es posible un flujo de corriente a través del conmutador de tensión continua. Por lo tanto, cuando el conmutador de tensión continua se encuentra en su posición de separación, cada acumulador de energía del circuito intermedio de tensión continua o cada acumulador de energía de cada submódulo puede cargarse en primer lugar. Después de la carga de los acumuladores de energía, la red de tensión alterna se vuelve a separar del convertidor de corriente. Sólo entonces, por el traspaso del conmutador de tensión continua a su posición de contacto se produce la conexión del circuito intermedio de tensión continua, y en caso de un cortocircuito en el circuito intermedio de tensión continua y tras la reconexión de la red de tensión alterna, los acumuladores de energía cargados proporcionan la energía necesaria para el encendido del o de los medios de semiconductor de potencia. De manera ventajosa, el conmutador de tensión continua es un seccionador mecánico.

De manera ventajosa, cada conexión de tensión continua está conectada a una red de suministro a través de un conmutador de tensión alterna. Mediante el conmutador de tensión alterna es posible una conexión especialmente fácil de la red de suministro, presentando el conmutador de tensión alterna igualmente dos posiciones de conmutación, en concreto, una posición de separación y una posición de contacto. Mediante el traspaso del conmutador de tensión alterna de su posición de separación a su posición de contacto, la red de suministro está conectada al convertidor de corriente, de manera que estando "abierto" el conmutador de tensión continua se carga o cargan el o los acumuladores de energía. El conmutador de tensión alterna convenientemente es un conmutador de potencia mecánico.

Convenientemente, los medios de protección de semiconductor comprenden al menos un tiristor. Los tiristores se pueden adquirir de forma económica y presentan una resistencia suficientemente alta a la sobrecorriente momentánea, de manera que el tiristor afectado no queda destruido ni siquiera en caso de corrientes de cortocircuito altas que suben rápidamente y que se producen en caso de la conexión de la red de tensión alterna a un cortocircuito en el circuito de tensión continua, hasta la reapertura del conmutador de tensión alterna por la corriente de cortocircuito originada.

Convenientemente, cada submódulo comprende un semiconductor de potencia desconectable con un diodo de marcha libre conectado en sentido contrario a este, estando dispuesto cada acumulador de energía en el circuito intermedio de tensión continua. Convertidores de corriente con un acumulador de energía central de este tipo se emplean en el ámbito de la transmisión y la distribución de energía. Sin embargo, generalmente en el acumulador de energía central está acumulada una gran cantidad de energía que se libera en el caso de cortocircuito mencionado. En el marco de la invención, la disposición o conexión del acumulador de energía central con respecto al conmutador de tensión continua están previstas de tal forma que una carga o descarga del acumulador de energía son posibles también cuando está abierto el conmutador de tensión continua. Por lo tanto, visto desde las conexiones de tensión continua de los módulos de fase, el conmutador de tensión continua está postconectado al borne de conexión del acumulador de energía. Dicho de otra manera, el acumulador de energía central está conectado entre las conexiones de tensión continua de los módulos de fase y el conmutador de tensión continua paralelamente a los módulos de fase en el circuito intermedio de tensión continua.

A diferencia de ello, cada submódulo presenta un acumulador de energía y un circuito de semiconductor de potencia conectado en paralelo al acumulador de energía. Un dispositivo de este tipo se denomina también convertidor de corriente multinivel, porque en lugar de un acumulador de energía central grande están previstos varios acumuladores de energía conectados en serie entre sí que están conectados en paralelo respectivamente a un circuito de semiconductor de potencia.

Según una variante conveniente a este respecto, el circuito de semiconductor de potencia es un circuito de puente integral. Con la ayuda del circuito de puente integral es posible imponer a los dos bornes de conexión de los submódulos bipolares conectados en serie la tensión de condensador, una llamada tensión nula o la tensión de condensador invertida.

A diferencia de ello, el circuito de semiconductor de potencia comprende dos semiconductores de potencia desconectables conectados en serie entre sí, a los que están conectado en paralelo en sentido contrario respectivamente un diodo de marcha libre. Un circuito de semiconductor de potencia de este tipo se denomina también como llamado circuito Marquardt que se da a conocer en el documento DE10103031A1 y que por esta referencia forma parte de la presente descripción. Al contrario del circuito de puente integral, el circuito de semiconductor de potencia según Marquardt dispone sólo de dos semiconductores de potencia conectados en serie entre sí, que está conectado en serie con el acumulador de energía del submódulo correspondiente, de tal forma que cae en los dos bornes de conexión del submódulo o bien la tensión que cae en el acumulador de energía del submódulo correspondiente, o bien, una tensión nula. Una inversión en los bornes de submódulo de la tensión que cae en el acumulador de energía no es posible con el circuito Marquardt. Sin embargo, el circuito Marquardt es más económico que el circuito de puente integral.

Según una variante conveniente del procedimiento según la invención, cada semiconductor de potencia se une al circuito intermedio de tensión continua por medio de un conmutador de tensión continua. De esta manera, mediante conmutadores de potencia mecánicos, seccionadores o similares, o bien mediante conmutadores electrónicos con semiconductor de potencia como por ejemplo tiristores, IGBT o similares, es posible separar el circuito intermedio de tensión continua del convertidor de corriente. Lo esencial es aquí que todos los acumuladores de energía están unidos al circuito intermedio de tensión continua a través del conmutador de tensión continua.

De manera ventajosa, el convertidor de corriente, el acumulador de energía y el conmutador de tensión continua están dispuestos dentro de una carcasa común.

Convenientemente, cada conmutador de tensión continua se abre antes de la unión del convertidor de corriente a la red de suministro. Estando abierto el conmutador de tensión continua se pueden cargar los acumuladores de energía para proporcionar la energía necesaria para el encendido de los medios de protección de semiconductor.

De manera ventajosa, el convertidor de corriente se une a una red de suministro por medio de un conmutador de tensión alterna. Como ya se ha explicado, esta variante de la invención ofrece la mayor flexibilidad posible en la carga de los acumuladores de energía, proporcionándose al mismo tiempo una solución económica con la ayuda de un conmutador mecánico. Sin embargo, también aquí, en lugar de un conmutador mecánico puede estar previsto un conmutador electrónico con semiconductores de potencia.

*Convenientemente, para la unión del convertidor de corriente al circuito intermedio de tensión continua, en primer lugar, se abren todos los conmutadores de tensión alterna y todos los conmutadores de tensión continua, a continuación, para la carga de los acumuladores de energía se cierra el conmutador de tensión alterna, finalmente se abre cada conmutador de tensión alterna después de la carga de los acumuladores de energía, siendo cerrado el conmutador de tensión continua para la unión del convertidor de corriente al circuito intermedio de tensión continua y siendo cerrado finalmente cada conmutador de tensión alterna para la unión del convertidor de corriente a la red de tensión alterna, si previamente no se pudo detectar ningún cortocircuito de corriente continua. Sobre la base de esta sencilla secuencia de conmutación se proporciona una posibilidad económica de cargar los acumuladores de energía del dispositivo antes de que una alta corriente de cortocircuito fluya por los semiconductores de potencia del dispositivo como consecuencia de un cortocircuito en el circuito intermedio de tensión continua e impulsada por la red de tensión alterna, de manera que se proporciona una energía necesaria para excitar los medios de protección de semiconductor.

Otras formas de realización y ventajas convenientes de la invención son objeto de la siguiente descripción de ejemplos de realización de la invención haciendo referencia a las figuras adjuntas del dibujo, remitiendo los signos de referencia idénticos a componentes de acción idéntica y mostrando

- la figura 1 un dispositivo según el estado de la técnica,
- la figura 2 otro dispositivo según el estado de la técnica,
- la figura 3 un ejemplo de realización de un dispositivo para convertir una corriente eléctrica,
- la figura 4 otro ejemplo de realización de un dispositivo para la conversión una corriente eléctrica,
- la figura 5 el dispositivo según la figura 3 en otra posición de conmutación,
- la figura 6 el dispositivo según la figura 4 en otra posición de conmutación,
- la figura 7 el dispositivo según las figuras 3 y 5 en otra posición de conmutación,
- la figura 8 el dispositivo según las figuras 4 y 6 en otra posición de conmutación,
- la figura 9 un dispositivo según las figuras 4, 6 y 8 en otra posición de conmutación.

La figura 1 muestra un dispositivo 1 según el estado de la técnica. El dispositivo 1 conocido comprende un convertidor de corriente 2 que se compone de tres módulos de fase 3a, 3b y 3c. Cada módulo de fase 3a, 3b y 3c dispone de una conexión de tensión alterna 3₁, 3₂ o 3₃ y dos conexiones de tensión continua que están designadas respectivamente por p y n. Las conexiones de tensión continua p ó n forman los polos del circuito intermedio de tensión continua 4, extendiéndose un condensador 5 central como acumulador de energía entre los dos polos p y n en conexión paralela. Entre cada conexión de tensión continua 3₁, 3₂ y 3₃ y cada conexión de tensión continua p ó n de un módulo de fase 3a, 3b o 3c se extienden derivaciones de módulo de fase 6ap, 6bp, 6cp o 6an, 6bn y 6cn. Cada una de las derivaciones de módulo de fase se compone de un circuito en serie de submódulos 7 estructurados

de forma idéntica. Cada submódulo 7 presenta en el ejemplo de realización representado en la figura 1 un semiconductor de potencia 8 desconectable, por ejemplo un IGBT, un GTO o similar, así como un diodo de marcha libre 9 conectado en paralelo a este en sentido contrario. Además, está conectado en paralelo en sentido contrario un tiristor 10 del diodo de marcha libre 9, que puede ser excitado en caso de un cortocircuito. En caso de existir un cortocircuito en el circuito intermedio de tensión continua 4, se produce la formación de la corriente de cortocircuito indicada con líneas discontinuas. Se puede ver que la corriente de cortocircuito es alimentada desde una red de suministro 11 indicada sólo esquemáticamente, a través de un transformador 12, para la unión del dispositivo 11 según la invención a la red de suministro 11. En el ejemplo de realización representado, la corriente de cortocircuito fluye a través de los diodos de marcha libre 9, de los submódulos así como a través del medio de protección de semiconductor 10 conectado en paralelo al diodo de marcha libre 9, es decir, el tiristor encendido. Para el encendido del tiristor, sin embargo, es necesaria una energía de encendido que es proporcionada por el condensador 5 central. El condensador 5 central es cargado por la red de suministro 11. Si ya antes de la primera conexión de la red de suministro 11 existe un cortocircuito en el circuito intermedio de tensión continua 4, el tiristor 10 no puede traspasarse a su posición de paso tal como está representado en la figura 1, de manera que la corriente de cortocircuito originada se distribuye tanto al diodo de marcha libre 9 como al tiristor 10. Entonces, más bien, el diodo de marcha libre 9 solo lleva la corriente de cortocircuito, de manera que se puede producir la destrucción de los submódulos 7 y posiblemente del convertidor de corriente 2 completo.

La figura 2 muestra un dispositivo 1 según el estado de la técnica, en el que, sin embargo, el convertidor de corriente 2 está realizado como llamado convertidor de corriente multinivel. Al contrario del dispositivo según la figura 1, el dispositivo según la figura 2 ya no presenta un acumulador de energía central en el circuito intermedio de tensión continua 4. Más bien, cada submódulo 7 comprende un acumulador de energía 13 propio en forma de un condensador unipolar. El condensador 13 está conectado en paralelo a un circuito de semiconductor de potencia 14 que en este caso se compone de dos semiconductores de potencia 8 desconectables, conectados en serie entre sí, como por ejemplo IGBT, GTOs o similares. En paralelo a cada uno de estos semiconductores de potencia 8 desconectables está conectado en sentido contrario un diodo de marcha libre 9. Si en el circuito intermedio de tensión continua 4 existe un cortocircuito, fluye una corriente de cortocircuito alimentada por la red de suministro 11, cuyo circuito está representado en la figura 2 con líneas discontinuas. Se puede ver la corriente de cortocircuito fluye a través de uno de los diodos de marcha libre 9 del circuito de semiconductor de potencia. Sólo a este diodo de marcha libre 9 está conectado en paralelo un medio de protección de semiconductor en forma de un tiristor 10. Por el encendido del tiristor 10, la corriente de cortocircuito fluye tanto por el tiristor 10 como por el diodo de marcha libre 9 mencionado, estando dimensionados el tiristor 10 y el diodo de marcha libre 9 de tal forma que se proporciona una capacidad de soporte de corriente suficientemente alta para resistir las corrientes de cortocircuito originadas. Sin embargo, también aquí resulta desventajoso que la electrónica de encendido no representada en las figuras es alimentada por el condensador 13 de cada submódulo 7 con energía para el encendido del tiristor 10. Antes de la conexión de la red de suministro 11, sin embargo, el condensador 13 no está cargado, de manera que durante la conexión de la red de suministro 11 no se puede encender el tiristor 10. Por lo tanto, si durante la conexión de la red de suministro 11 existe un cortocircuito en el circuito intermedio de tensión continua 4, este sólo fluye por uno de los diodos de marcha libre 9 de los submódulos 7, de manera que se puede producir la destrucción de dicho diodo de marcha libre 9. Sin embargo, este generalmente está reunido con el semiconductor de potencia 8 desconectable formando un solo componente, de manera que esto conduce a la destrucción del circuito de semiconductor de potencia 14 completo.

La figura 3 muestra un dispositivo 14 según la invención que está estructurado conforme a la figura 1, estando constituido cada submódulo 7 por un semiconductor de potencia 8 desconectable y un diodo de marcha libre 9 conectado en paralelo en sentido contrario a este. En paralelo a cada diodo de marcha libre 9 está conectado en el mismo sentido un tiristor 10. El circuito intermedio de tensión continua 4 dispone a su vez de un condensador 5 central entre el polo positivo p y el polo negativo n del circuito intermedio de tensión continua 4. Al contrario del dispositivo conocido según la figura 1, el ejemplo de realización según la invención según la figura 3 dispone de un conmutador de tensión continua así como de un conmutador de tensión alterna 16 que está dispuesto entre la red de suministro 11 y el transformador 12. Además es esencial que el borne de conexión, conectado al polo positivo del circuito intermedio de tensión continua 4, del condensador 5 está dispuesto entre las conexiones de tensión continua p de los módulos de fase 3a, 3b y 3c y el conmutador de tensión continua 15. El conmutador de tensión continua 15, el condensador 5 y los módulos de fase 3a, 3b y 3c están dispuestos en una sala de válvulas 17 que es habitual en la construcción de una llamada instalación de transmisión de corriente continua de alta tensión.

En la figura 3, el conmutador de tensión continua 15 está en su posición de separación en la que se impide el flujo de corriente por el conmutador de tensión continua 15. El conmutador de tensión alterna 16, en cambio, está en su posición de contacto, de manera que la red de suministro 11 está unida eléctricamente al convertidor de corriente 2 dispuesto en la sala de válvulas 17. Sin embargo, por el conmutador de tensión continua 15 abierto se impide el flujo de corriente por el circuito intermedio de tensión continua 4 afectado por el cortocircuito. El condensador 5 central, sin embargo, puede cargarse cuando está conectada la red de suministro 11. El circuito de corriente para cargar el condensador 5 está representado en la figura 3 con líneas discontinuas. Se puede ver que la corriente de carga fluye por los diodos de marcha libre 9 de los submódulos 7.

La figura 4 muestra a su vez un llamado convertidor de corriente multinivel 14, cuya estructura corresponde al convertidor de corriente según la figura 2. El ejemplo de realización según la invención comprende sin embargo igualmente un conmutador de tensión continua 15, a través del que las conexiones de tensión continua p de los módulos de fase 3a, 3b o 3c están unidas al circuito intermedio de tensión continua 4. Además, la red de suministro 11 está unida de nuevo, a través de un conmutador de tensión alterna 16, al transformador y por tanto al convertidor de corriente 2. Como en la figura 3, el conmutador de tensión continua 15 está en su posición de separación, encontrándose el conmutador de tensión alterna 16 en su posición de contacto. Como en la figura 3, también en un convertidor de corriente multinivel 14 según la figura 4, en esta posición del conmutador se produce la carga de los condensadores 13 de cada submódulo 7, estando representado el circuito de corriente de carga a su vez con líneas discontinuas. Se puede ver que la corriente de carga fluye a través del diodo de marcha libre 9 al que no está conectado en paralelo ningún tiristor 10.

La figura 5 muestra el dispositivo según la figura 3, en el que, sin embargo, el conmutador de tensión alterna 16 está traspasado a su posición de separación. Esto se produce por ejemplo cuando el condensador 5 se ha cargado con energía tanto que es posible un encendido del tiristor 10 en caso de error, es decir en caso de un cortocircuito en el circuito intermedio de tensión continua 4.

La figura 6 muestra el ejemplo de realización según la figura 2, en el que el conmutador de tensión alterna 16 igualmente está traspasado a su posición de separación. También aquí, el conmutador de tensión alterna 16 sólo se traspasa a su posición de separación cuando los condensadores 13 de los submódulos 7 se han cargado suficientemente para poder encender el tiristor 10 correspondiente como medio de protección de semiconductor.

La figura 7 muestra el dispositivo según la figura 5, en el que, sin embargo, el conmutador de tensión continua 15 está traspasado a su posición de contacto. A causa del cortocircuito en el circuito intermedio de tensión continua 4 se descarga el condensador 5 central conectado en paralelo en el circuito intermedio de tensión continua 4. También aquí fluyen altas corrientes de cortocircuito que por una medición adecuada de la corriente permiten deducir la existencia de un cortocircuito en el circuito intermedio de tensión continua 4. Dicho de otra manera, el cortocircuito en el circuito intermedio de tensión continua 4 se detecta por las altas corrientes de descarga del condensador 5, de manera que se pueden tomar medidas adecuadas.

En la topología multinivel según la figura 8, con la misma posición de conmutación que en la figura 7, es decir, con el conmutador de tensión continua 15 cerrado y el conmutador de tensión alterna 16 abierto, no se produce la descarga de los condensadores 13, ya que los diodos de marcha libre 9 de los submódulos 7 impiden su descarga.

La figura 9 muestra el ejemplo de realización según la figura 8, estando traspasado sin embargo el conmutador de tensión alterna 16 a su posición de contacto. A causa del cortocircuito en el circuito intermedio de tensión continua 4 fluye una corriente de cortocircuito alimentada por la red de suministro 11, que en un plazo de pocos microsegundos ha sido detectada por una electrónica de comprobación adecuada, u otro tipo de equipo de comprobación, que a continuación enciende el tiristor 10. La energía de encendido necesaria es proporcionada por los condensadores 13 previamente cargados de los submódulos 7. La corriente de cortocircuito que de nuevo está representada con las líneas discontinuas en la figura 10 pasa por tanto por el diodo de marcha libre 9 y al mismo por el tiristor 10 conectado en paralelo. El tiristor 10 presenta una capacidad de soporte de sobrecorriente momentánea suficientemente alta para resistir el alto golpe de corriente (di/dt). Además, la capacidad de soporte de corriente del diodo de marcha libre 9 y del tiristor 10 conectado en paralelo es tan alta que las corrientes de cortocircuito esperadas no conducen a la destrucción de los semiconductores de potencia.

A continuación, se describe un ejemplo de realización del procedimiento según la invención. En primer lugar, el dispositivo 1 completo se separa de la red de suministro 11. Tanto el conmutador de tensión alterna 16 como el conmutador de tensión continua 15 están traspasados a sus posiciones de separación. Siguiendo abierto el conmutador de tensión continua 15 se cierra el conmutador de tensión alterna 16. Por el conmutador de tensión continua 15 abierto, un posible cortocircuito en el circuito intermedio de tensión continua 4 no conduce a una corriente de cortocircuito en el convertidor de corriente 2, alimentada por la red de suministro 11. Por el conmutador de tensión alterna 16 cerrado, los acumuladores de energía en el convertidor de corriente o en el circuito intermedio de tensión continua 4 sin embargo son cargados por la red de suministro 11. De esta manera, es posible la excitación de los medios de protección de semiconductor, es decir, de los tiristores 10, durante cierta duración de tiempo. En la práctica, esta duración de tiempo es del orden de minutos, ya que la descarga de los condensadores está sujeta a una constante de tiempo correspondiente. Después de la carga de los acumuladores de energía 5, 13 por la red de suministro 11 se vuelve a abrir el conmutador de tensión alterna 16 y el convertidor de corriente se separa por tanto de la red de suministro 11. Estando cargados los acumuladores de energía 5, 13 y abierto el conmutador de tensión alterna 16, se cierra el conmutador de tensión continua 15. En caso de un cortocircuito, en un condensador de circuito intermedio 5 central, este se descarga a través del conmutador de tensión continua 15, por lo que se puede detectar el error. Por las altas corrientes de descarga queda dañado o destruido el conmutador de tensión continua 15, si de manera ventajosa está realizado como seccionador. Con una topología de convertidor de corriente multinivel con capacidades distribuidas entre los submódulos 7, en caso de la conexión del circuito intermedio de tensión continua 4 se mantiene la carga en los condensadores, ya que los diodos de marcha libre 9 no

5 permiten ninguna descarga. El conmutador de tensión continua 15 conmuta por tanto a un estado sin tensión y sin corriente, de modo que se evita un daño del conmutador de tensión continua 15. Finalmente, se cierra al conmutador de tensión alterna 16. En un circuito de tensión intermedio 4 afectado por un cortocircuito, las corrientes de cortocircuito impulsadas por la red de suministro 11 fluyen por los submódulos 7. Por una medición de corriente adecuada, estas se detectan rápidamente, es decir, en un orden de microsegundos, después de lo que se emite una señal de encendido para el encendido de los medios de protección de semiconductor, es decir, de los tiristores 10. Por los acumuladores de energía 5, 13 precargados, la excitación puede disparar un encendido de los tiristores 10 y por tanto proteger los semiconductores de potencia 8, 9 paralelos.

10 Convenientemente, el conmutador de tensión continua 15 es un simple seccionador. El conmutador de tensión alterna 16, sin embargo, es un conmutador de potencia. Los conmutadores de potencia pueden traspasarse a su posición de separación también con corrientes impulsadas por una tensión, extinguiéndose un arco voltaico originado. Dicho de otra manera, los conmutadores de potencia son capaces de conmutar muy eficazmente incluso altas potencias. Los seccionadores, en cambio, están previstos para la apertura sin corriente, evitándose la formación de arco voltaico. Por lo tanto, los seccionadores pueden adquirirse de manera mucho más económica.

15

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la limitación de daños de un convertidor de corriente (2) que presenta semiconductores de potencia (8, 9) y que a través de un circuito intermedio de tensión continua (4) afectado por un cortocircuito está unido a al menos un convertidor de corriente o al menos una máquina, en el cual una unidad de excitación es alimentada de energía por un acumulador de energía (5, 13) del convertidor de corriente (2) o del circuito intermedio de tensión continua (4), la unidad de excitación detecta un cortocircuito y a continuación excita al menos un medio de protección de semiconductor (16) conectado en paralelo a un semiconductor de potencia (8, 9), de manera que una corriente de cortocircuito fluye tanto a través del medio de protección de semiconductor (10) como a través del semiconductor de potencia (8, 9) conectado en paralelo a ello, siendo cargado cada acumulador de energía (5, 13) antes de la unión del convertidor de corriente (2) al circuito intermedio de tensión continua (4), **caracterizado por que** cada semiconductor de potencia (8, 9) se une al circuito intermedio de tensión continua (4) por medio de un conmutador de tensión continua (15), cada conmutador de tensión continua (15) se abre antes de la unión del convertidor de corriente (2) a una red de suministro (11), el convertidor de corriente (2) se une a una red de suministro (2) por medio de un conmutador de tensión alterna (16), y para la unión del convertidor de corriente (2) al circuito intermedio de tensión continua (4), en primer lugar, se abren todos los conmutadores de tensión alterna (16) y todos los conmutadores de tensión continua (15), y a continuación, para la carga del o de los acumuladores de energía (5, 13) se cierra el conmutador de tensión alterna (16), se abre cada conmutador de tensión alterna (16) después de la carga de los acumuladores de energía (5, 13), siendo cerrado el conmutador de tensión continua (15) para la unión del convertidor de corriente (2) al circuito intermedio de tensión continua y siendo cerrado finalmente cada conmutador de tensión alterna para la unión del convertidor de corriente (2) a la red de suministro (11), si previamente no se pudo detectar ningún cortocircuito de corriente continua.

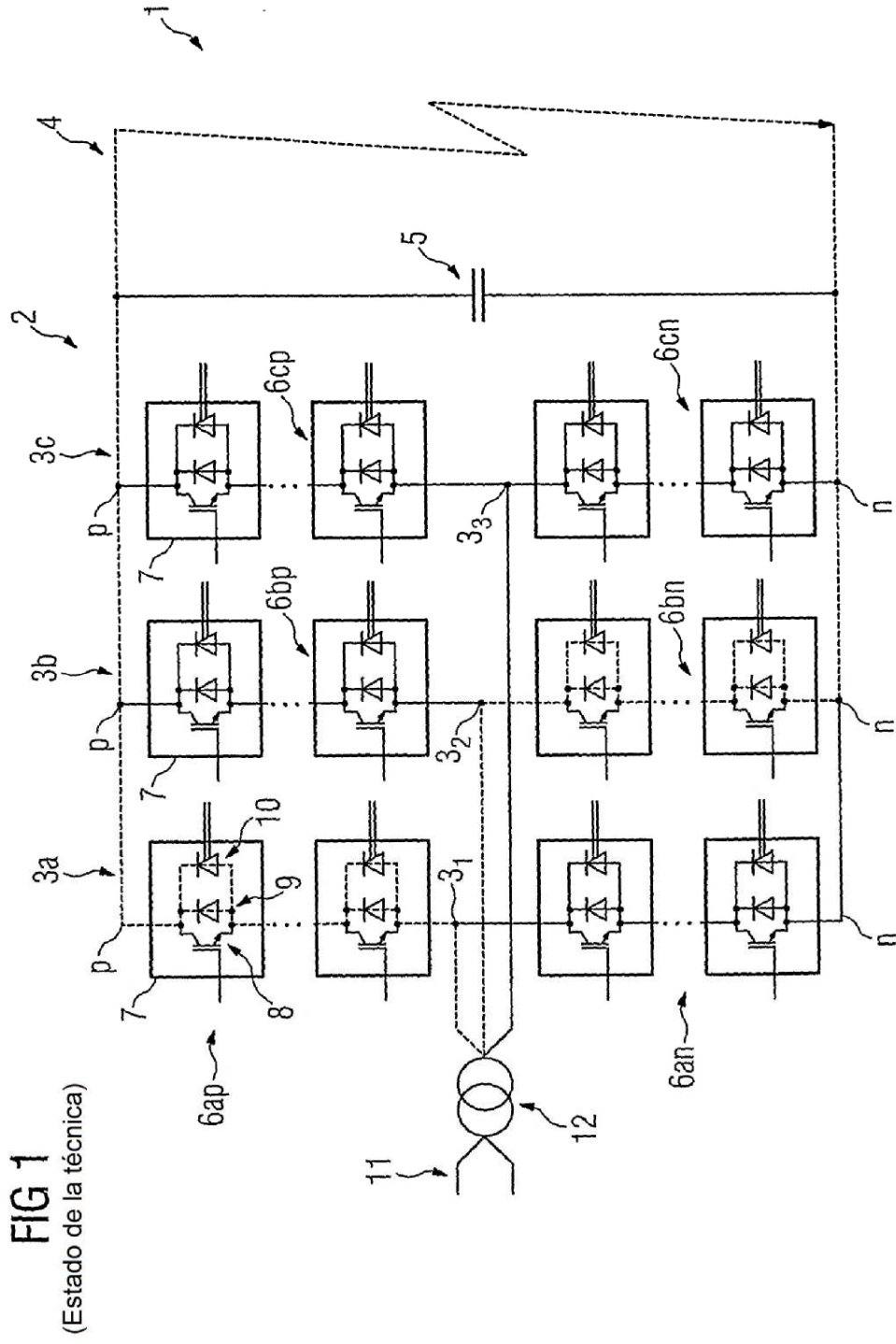


FIG 1
(Estado de la técnica)

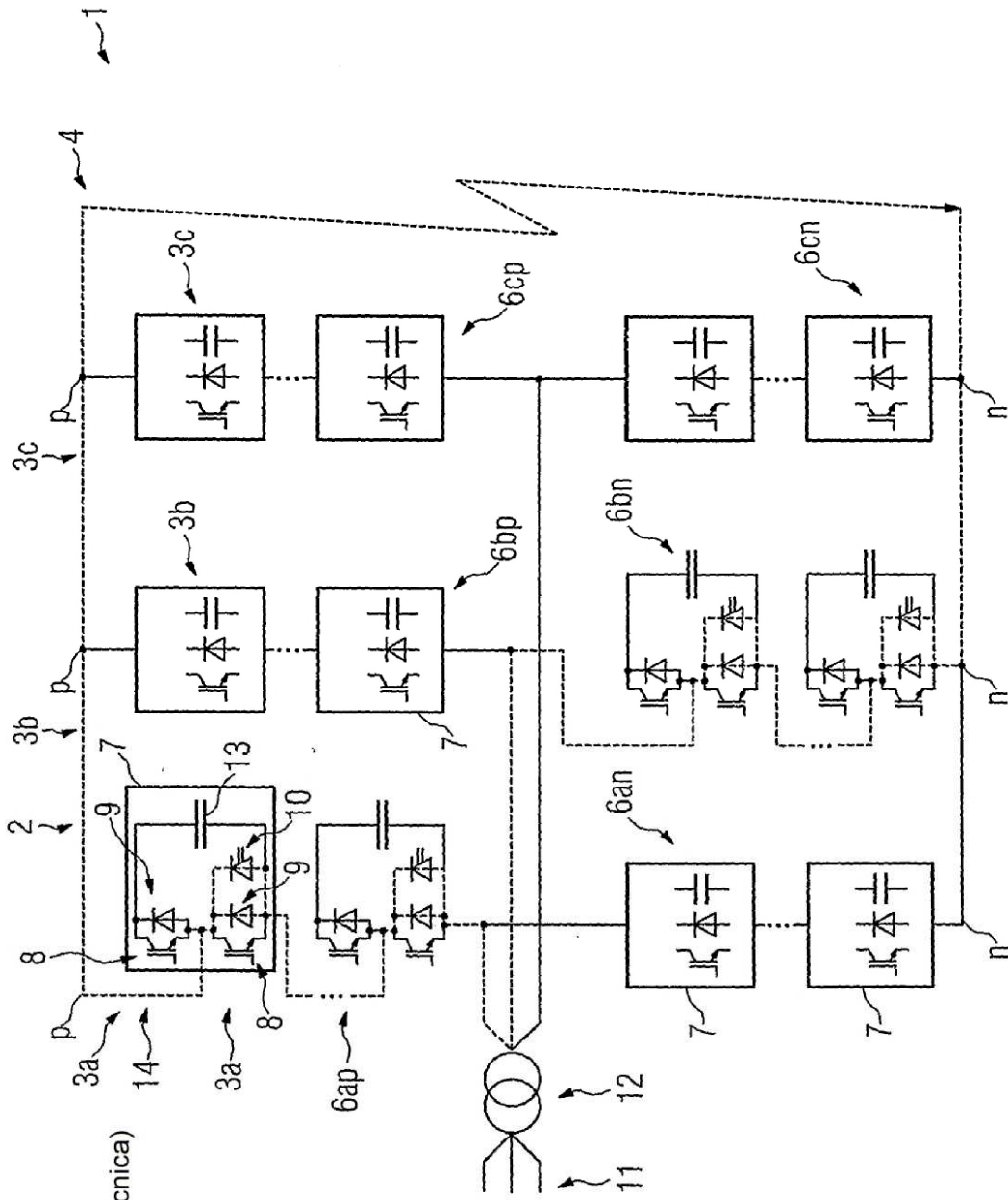


FIG 2
(Estado de la técnica)

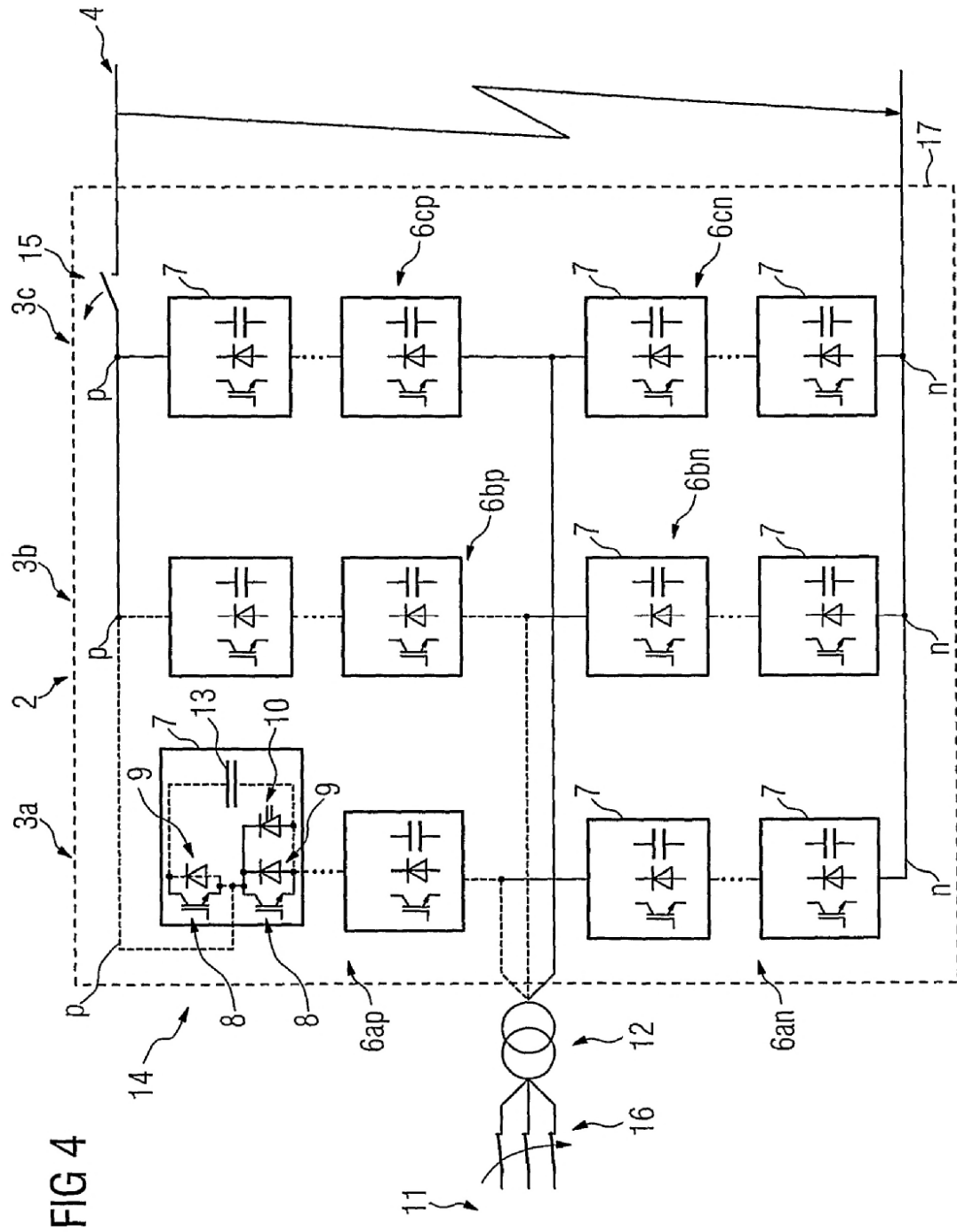


FIG 4

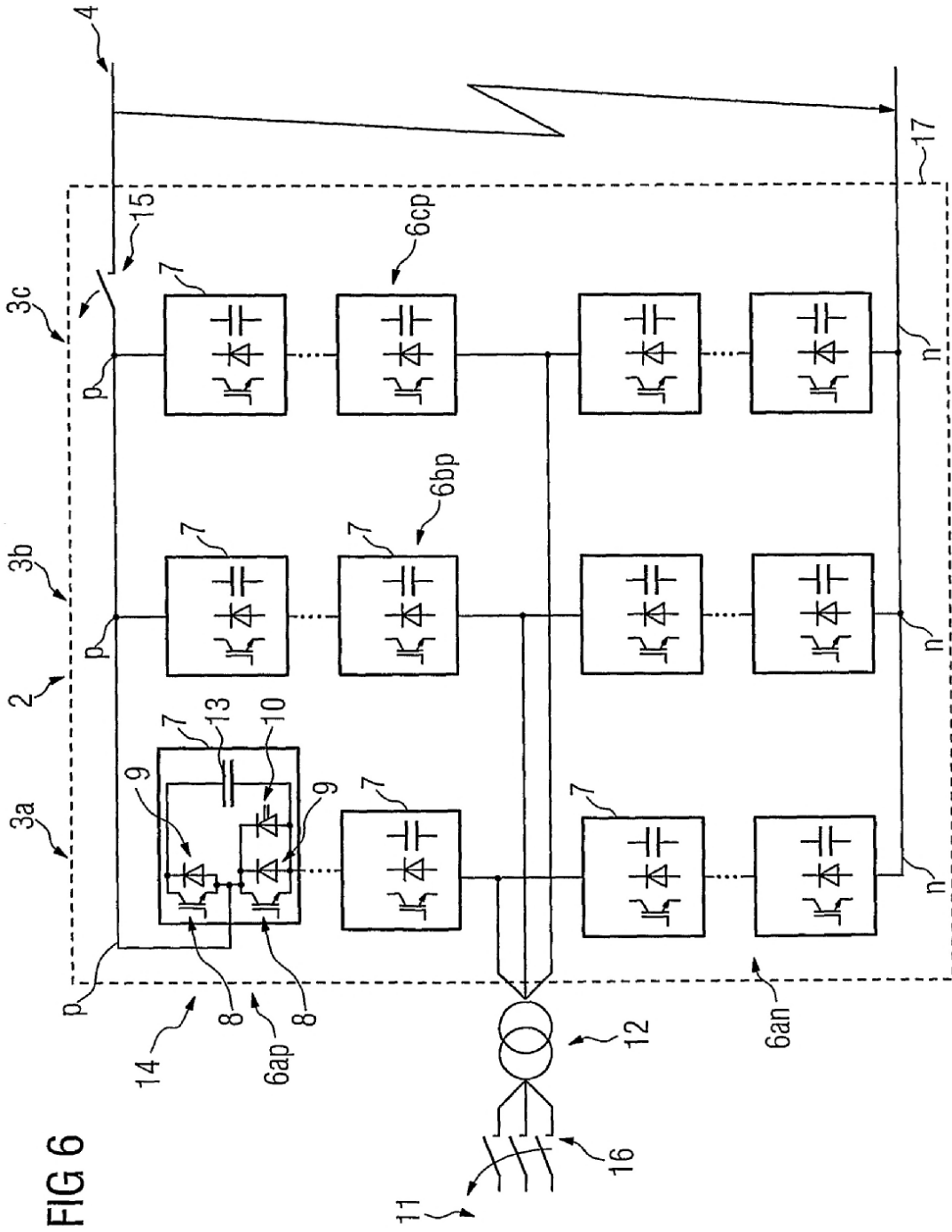
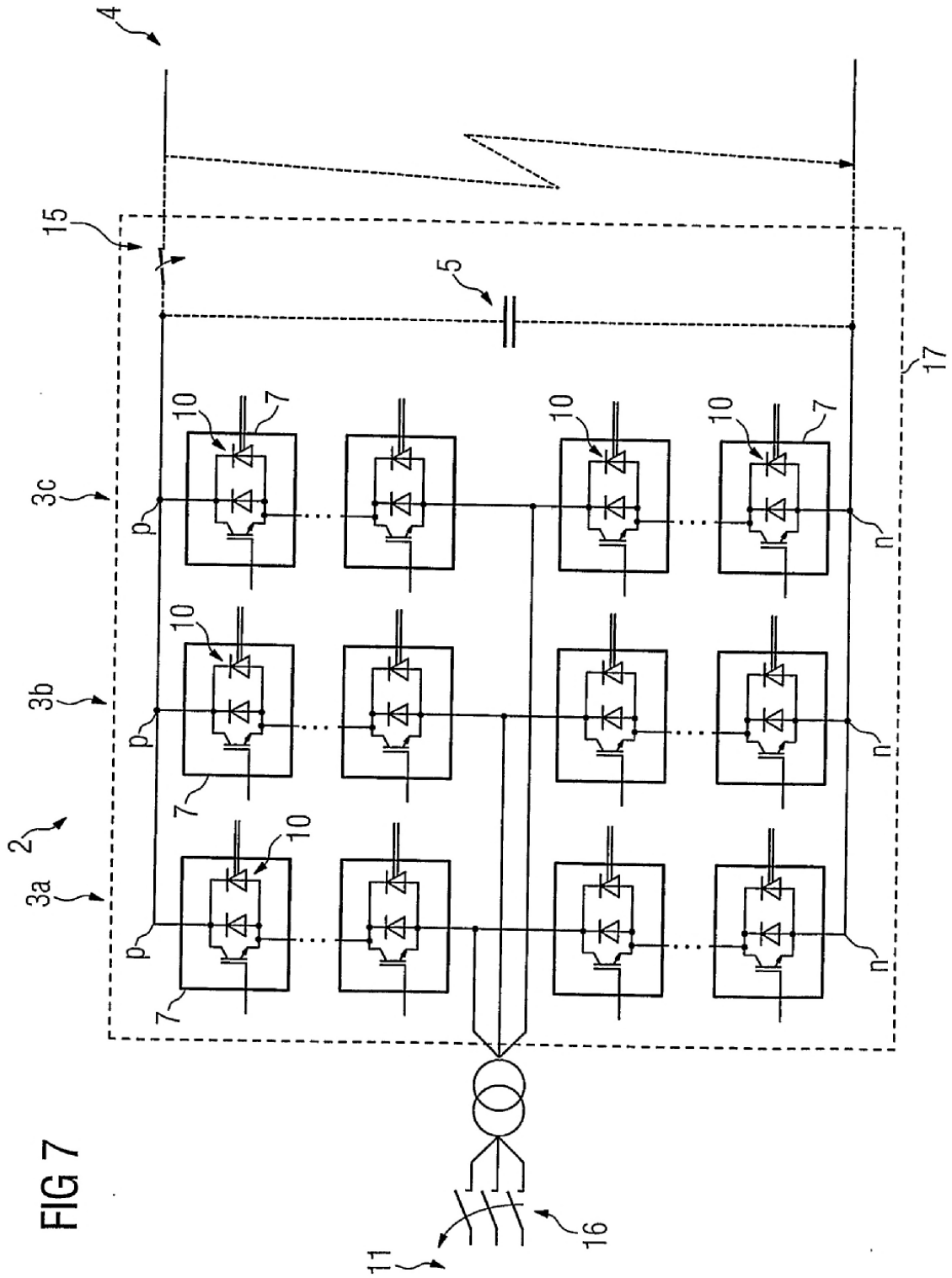


FIG 6



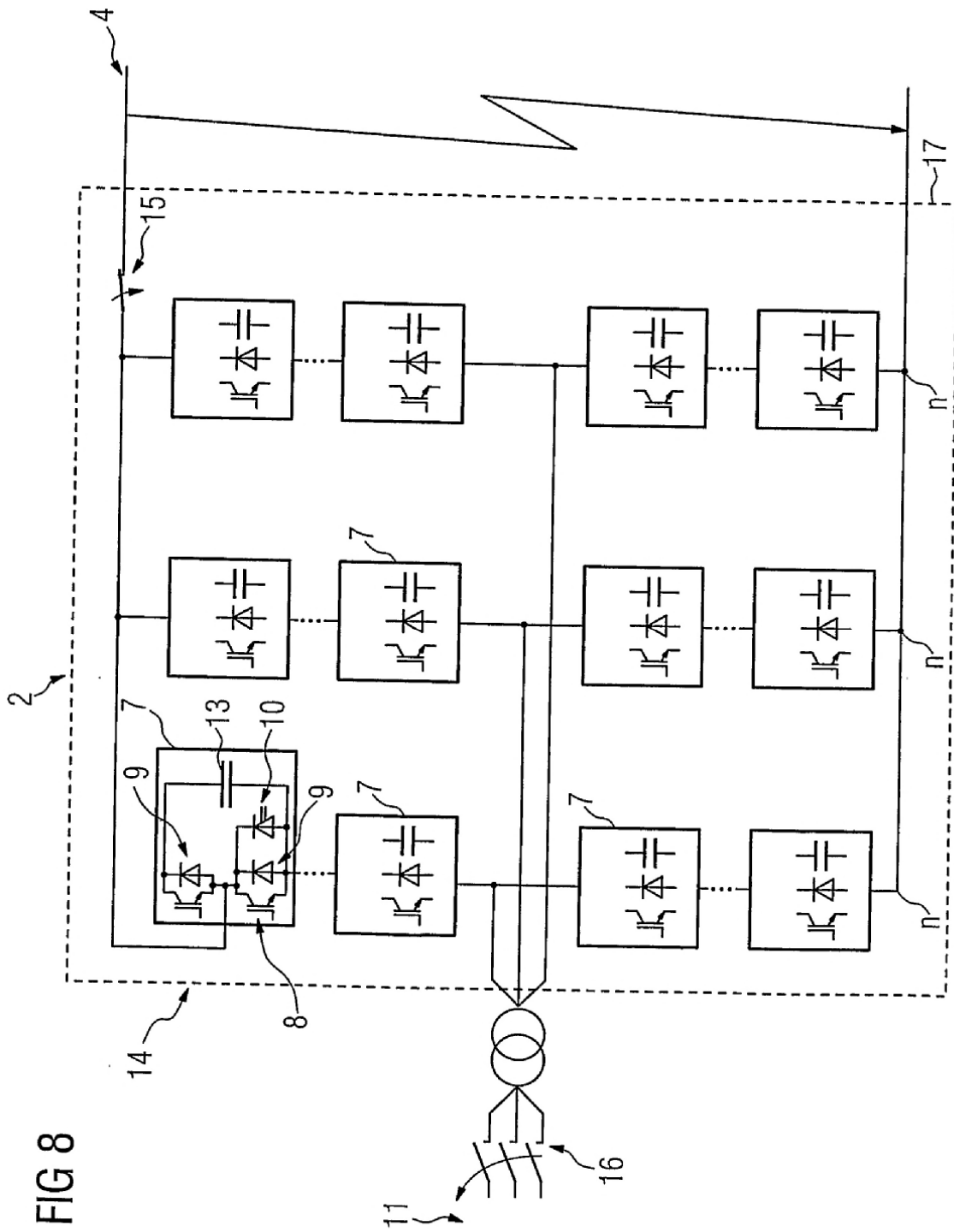


FIG 8

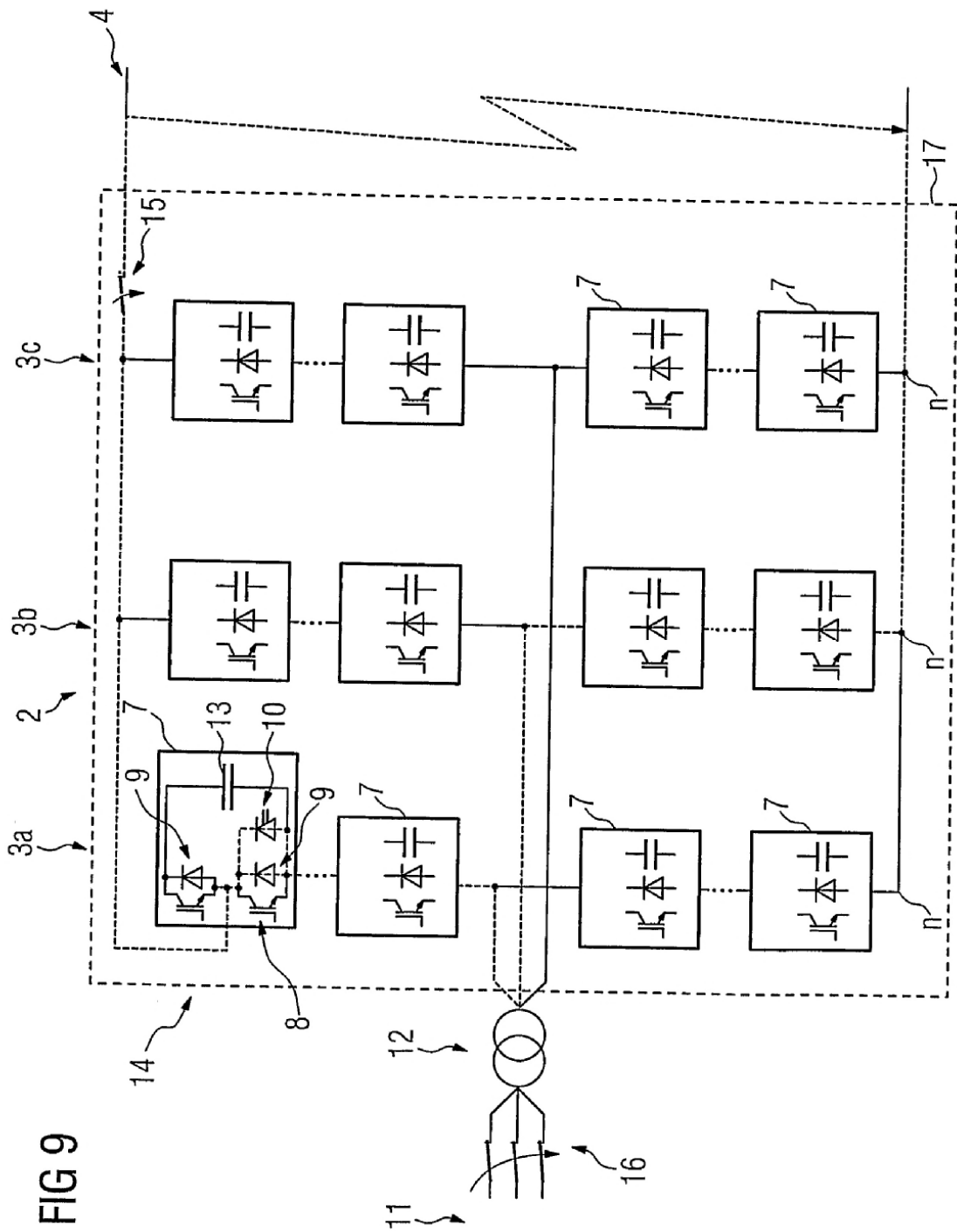


FIG 9