



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 364 984**

51 Int. Cl.:
H02M 7/48 (2006.01)
H02J 3/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07722678 .5**
96 Fecha de presentación : **20.06.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2158671**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.03.2010**

54 Título: **Unidad de inversor eléctrico sin transformador para paneles solares de película fina.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.09.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.09.2011

73 Titular/es: **POWERLYNX A/S**
Jyllandsgade 28
6400 Sonderborg, DK

72 Inventor/es: **Borup, Uffe**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 364 984 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

Unidad de inversor eléctrico sin transformador para paneles solares de película fina

La invención se refiere a una unidad de inversor eléctrico para células solares.

5 En las instalaciones de células solares convencionales, la corriente continua, que es cedida por las células solares, debe ser convertida en una corriente alterna con una tensión y frecuencia correspondientes a la red de suministro a alimentar. Esto se realiza típicamente en unidades de inversores electrónicos, llamados también inversores. Una instalación fotovoltaica de este tipo puede comprender una pluralidad de células solares y/o una pluralidad de inversores eléctricos. Las células solares individuales se conectan típicamente en serie para formar las llamadas hileras para elevar las tensiones de entrada en los inversores eléctricos, lo que contribuye a la reducción de las pérdidas eléctricas en los circuitos de inversores eléctricos. Las tensiones de salida de las hileras pueden tener, según el tipo de instalación, hasta más de 1000 V. Pero al mismo tiempo también debe asegurarse que las personas o partes de las instalaciones no sean amenazadas por las altas tensiones. Por lo tanto, las instalaciones fotovoltaicas deben cumplir típicamente regulaciones de las autoridades, que establecen, entre otras cosas, límites superiores para diferencias de potencial eléctrico frente a potencial de tierra en las partes individuales de las instalaciones. Esto se aplica especialmente para partes, que son accesibles directa o indirectamente para personas, por ejemplo cuando se establecen conexiones conductoras de electricidad a través de contaminación o humedad. Las partes de las instalaciones, que pueden presentar diferencias altas de potencial a tierra, como por ejemplo las células solares, son aisladas, por lo tanto, típicamente eléctricamente del medio ambiente, agrupándolas en paneles solares e incorporándolas en carcasas, que son tanto aislantes de electricidad como también herméticas frente a la humedad. Además, se conoce conectar el polo positivo o polo negativo de la hilera de células solares con tierra, para que las diferencias de potencial no se incrementen adicionalmente, por ejemplo, a través de efectos capacitivos. Sin embargo, en general, esto solamente es necesario cuando la entrada del inversor eléctrico está libre de potencial, como es el caso típicamente, por ejemplo, en inversores eléctricos, que están constituidos con transformadores que separan galvánicamente. Muchos otros tipos de inversores eléctricos, condicionados por su estructura y la conexión en la red de abastecimiento, tienen potenciales o límites de potencial en sus entradas.

Ahora se ha mostrado que en determinados tipos de paneles solares, en particular en paneles de película fina y en particular en paneles de película fina de la llamada configuración de superestratos, se pueden formar daños de corrosión. En esta configuración, un cristal forma al mismo tiempo el lado delantero del panel y el soporte para las estructuras de semiconductores de las células fotovoltaicas. La razón hay que buscarla probablemente en migraciones de iones o electrones en el cristal, pero no se conocen todavía los motivos exactos para la formación de los daños de corrosión. No obstante, se ha mostrado que los daños se configuran más rápida y/o fuertemente cuando las células solares presentan potenciales eléctricos negativos a tierra o bien a partes metálicas de la carcasa. Los fabricantes de tales paneles recomiendan, por lo tanto, el empleo de inversores eléctricos con transformadores que separan galvánicamente así como la toma a tierra simultánea del polo negativo de las hileras de células solares. Sin embargo, tales inversores eléctricos son típicamente más pesados y de estructuras mayores que los inversores eléctricos sin transformador, con lo que, por una parte, incrementan los costes de fabricación y de instalación y, por otra parte, se incrementa la necesidad de espacio para los inversores eléctricos. Además, tienen una estructura más complicada y son menos eficientes.

40 En el documento US 2007/0034246 A1 se describe una unidad de generación de potencia, en la que una pluralidad de paneles solares está conectada a través de instalaciones de conexión en un inversor eléctrico. De acuerdo con la tensión de salida de los paneles solares individuales, se conectan los paneles solares entre sí con la ayuda de la instalación de conexión o bien en paralelo o en serie, de manera que se puede aplicar una tensión de salida casi constante en el inversor eléctrico. De esta manera, debe posibilitarse un circuito eléctrico muy sencillo, pudiendo prescindirse de un regulador elevador, con lo que el sistema se vuelve universal y flexible.

45 En el documento EP 1 271 742 A2 se publica un sistema para la conexión de una generación de corriente eléctrica y un procedimiento para el control de esta generación de corriente, en el que con la ayuda de paneles solares se genera una tensión eléctrica. Esta tensión se aplica una conexión de entrada positiva y una conexión de entrada negativa de una instalación eléctrica, que presenta un regulador elevador y un inversor eléctrico. No se puede reconocer si en entradas del inversor eléctrico se forma en el funcionamiento una tensión negativa y positiva frente a potencial de tierra.

50 El problema de la invención es crear un inversor eléctrico sin transformador, que se puede utilizar con paneles de película fina, y en particular con paneles de película fina de la configuración de superestratos, si provocar daños de corrosión multiplicados o intensificados. Esto se consigue en una unidad de inversor eléctrico sin transformador con un regulador elevador unilateral y un inversor eléctrico, en el que las entradas del inversor eléctrico llevan, en el funcionamiento, tensiones que están aproximadamente simétricas en torno al potencial de tierra porque la conexión positiva de células solares se conecta directamente con la entrada positiva del inversor eléctrico y el regulador elevador se conecta en la conexión entre la conexión negativa de las células solares y la entrada negativa del inversor eléctrico. Por lo tanto, puesto que la conexión positiva de las células solares tiene un potencial, que es

positivo en comparación con el potencial de tierra, con tensiones bajas de las células solares, la conexión negativa de las células solares tendrá solamente poco potencial negativo o incluso potencial positivo. Puesto que la tensión de salida de una célula solar es relativamente baja durante un tiempo predominante, y la unidad de inversor eléctrico debe diseñarse al mismo tiempo de acuerdo con la tensión de salida máxima existente de la célula solar, se reducen fuertemente los periodos de tiempo, en los que las células solares tienen un potencial negativo. De esta manera, se reduce el fomento o la aceleración de la formación de daños por corrosión en paneles solares conectados, aunque éstos estén diseñados como paneles de película fina o paneles de película fina de sustratos.

De manera más preferida, el regulador elevador se controla de tal forma que la tensión en la conexión negativa de las células solares es positiva en comparación con una tensión predeterminada. De esta manera, se reduce el potencial negativo máximo existente en las células solares, y se reduce de una manera correspondiente el fomento o aceleración de la corrosión.

De manera más preferida, el regulador elevador se controla de tal forma que la tensión en la conexión negativa de células solares es negativa en comparación con el potencial de tierra. De esta manera, se reduce todavía más el riesgo de que aparezcan potenciales negativos en las células solares, y se reduce todavía más el fomento o aceleración de la corrosión.

Además, se prefiere proveer la unidad de inversor eléctrico con un circuito intermedio bipolar. De esta manera se reducen las tensiones onduladas, que aparecen en las conexiones de células solares, con lo que disminuyen las corrientes provocadas a través de acoplamiento capacitivo entre las células solares y tierra, por ejemplo a través de vidrio. De esta manera, se reduce adicionalmente la corrosión.

De manera más preferida, la unidad de inversor eléctrico cortocircuita las conexiones de células solares, cuando el potencial en la conexión negativa de las células solares no alcanza una tensión predeterminada. De este modo se reduce el potencial negativo máximo existente en las células solares, y se reduce de manera correspondiente el fomento o aceleración de la corrosión.

De manera más preferida, cuando la unidad de inversor eléctrico abastece a un consumidor, el regulador elevador se controla de tal forma que se estrangula la potencia tomada desde las células solares cuando el consumidor requiere menos potencia desde la unidad de inversor eléctrico. De esta manera, se impide que los condensadores acumulares en la unidad de inversor eléctrico se carguen excesivamente en esta situación.

Además, se prefiere que la unidad de inversor eléctrico cortocircuite las células solares cuando puede prever que el potencial en la conexión negativa de las células solares puede llegar a ser negativo en comparación con el potencial de tierra en virtud del estrangulamiento de la potencia tomada desde las células solares. De esta manera, se reduce todavía más el riesgo de que aparezcan potenciales negativos en las células solares y se reduce todavía más el fomento o aceleración de la corrosión.

Además, se prefiere que la unidad de inversor eléctrico solamente anule el cortocircuito entre las conexiones de células cuando la corriente se ha reducido a través del cortocircuito hasta el punto de que se puede excluir que durante la retirada del cortocircuito aparezca un potencial negativo en las células solares. De esta manera se reduce todavía el riesgo de que aparezcan potenciales negativos en las células solares, y se reduce todavía más el fomento o aceleración de la corrosión.

A continuación se explica la invención con la ayuda de los dibujos. En este caso:

La figura 1 muestra una representación esquemática de una instalación de células solares con una unidad de inversor eléctrico de acuerdo con una primera forma de realización de la invención, y

La figura 2 muestra una representación esquemática de un regulador elevador, que forma parte de la unidad de inversor eléctrico representado en la figura 1.

La figura 3 muestra una representación esquemática de un circuito de protección, que forma parte de la unidad de inversor eléctrico representado en la figura 1.

La instalación de células solares 1 representada de forma esquemática en la figura 1 comprende un panel solar 2 y una unidad de inversor eléctrico trifásico 4. Una conexión positiva 22 del panel solar 2 está conectada con una conexión de entrada positiva 5 de la unidad de inversor eléctrico 4, una conexión negativa 23 del panel solar 2 está conectada con una conexión de entrada negativa 6 de la unidad de inversor eléctrico 4, y un condensador eléctrico 3 está conectado paralelamente al panel solar 2 con sus dos conexiones 22, 23. El condensador 3 se puede disponer cerca del panel solar 2, cerca de la unidad de inversor eléctrico 4 o como parte integrada de la unidad de inversor eléctrico 4. Una conexión de salida 24 de cuatro polos de la unidad de inversor eléctrico está conectada con una red de corriente alterna trifásica 13. También podría estar conectada con otro tipo de consumidor, como por ejemplo un motor eléctrico síncrono. La unidad de inversor eléctrico 4 comprende un regulador elevador 8, llamado también Booster, un circuito intermedio 10, un inversor eléctrico trifásico 12 y una unidad de control 19. Dentro de la unidad

de inversor eléctrico 4, la conexión de entrada positiva 5 está conectada a través de una línea de bus 7 con una conexión positiva 34 del regulador elevador 8 y con una conexión de corriente continua positiva 25 del inversor eléctrico 12. Se pueden prever filtros antiparásitos, circuitos de medición de la corriente, etc. a lo largo de la línea de bus positiva 7; no obstante, es decisivo que incluso con corrientes fuertes, la unión desde la conexión de entrada positiva 5 hacia la conexión de corriente continua positiva 25 del inversor eléctrico 12 permanezca esencialmente sin pérdidas de tensión, puesto que de lo contrario se producirían potencias de pérdida en los componentes correspondientes, que podrían influir negativamente sobre la eficiencia de la unidad de inversor eléctrico 4. Esto se aplica de manera correspondiente para las otras líneas de bus 9, 28 mencionadas más adelante. La conexión de entrada negativa 6 está conectada con una entrada negativa 30 del regulador elevador 8, y una salida negativa 31 del regulador elevador 8 está conectada a través de una línea de bus negativa 9 con una conexión de corriente continua negativa 26 del inversor eléctrico 12. Una salida neutra 33 del regulador elevador 8 está conectada con tierra y a través de una línea de bus neutra 28 con una conexión de corriente continua neutra 27 del inversor eléctrico 12. Las líneas de bus 7, 29, 28 forman en este caso el circuito intermedio 10, que en virtud de su estructura con una línea de bus positiva, una línea de bus negativa y una línea de bus neutra 7, 9, 28 se designa, en general, como bipolar. La toma de tierra del circuito intermedio se puede realizar también a través de un conductor neutro en la conexión de salida 24 y una conexión de toma de tierra externa. Una entrada de control 35 del regulador elevador 8 está conectada a través de una línea de control 19 con la unidad de control 18. Una entrada de control 36 del inversor eléctrico 12 está conectada a través de una línea de control 32 con la unidad de control 18. La unidad de control 18 está conectada a través de líneas de sensores 20 con la conexión de entrada positiva 5 (y de esta manera con la línea de bus positiva 7), con la conexión de entrada negativa 6, con la línea de bus negativa 9 y con tierra. La unidad de control 18 está conectada a través de varias líneas de sensores 21 con la conexión de salida 24 del inversor eléctrico 12. La unidad de control 18 mide a través de las líneas de sensores 20, 21 las tensiones actuales en las líneas conectadas con ellas. A través de circuitos de medición de la corriente correspondientes, no representados, que están conectados con las mismas líneas, la unidad de control 18 mide las corrientes actuales a través de las líneas. La unidad de control 18 puede ser alimentada desde el circuito intermedio 10 y/o desde la red de corriente 13 a través de circuitos de alimentación de corriente correspondientes. La unidad de inversor eléctrico 4 comprende, además, una serie de circuitos, como por ejemplo filtros antiparásitos y circuitos de protección contra sobretensión en la entrada y salida, otros circuitos para la detección de corrientes y tensiones, conmutadores de seguridad así como una interfaz de usuario, que no se representan, sin embargo, en su totalidad.

El regulador elevador 8 representado de forma esquemática en la figura 2 comprende un primer condensador acumulador 11, que está conectado entre la conexión positiva 34 y la salida neutra 33, un segundo condensador acumulador 37, que está conectado entre la salida negativa 31 y la salida neutra 33, una bobina eléctrica 14, que está conectada entre la entrada negativa 30 y un nodo 29, un primer diodo 15, cuyo ánodo está conectado con la salida negativa 31 y cuyo cátodo está conectado con el nodo 29, un transistor 16, cuyo colector está conectado con la conexión positiva 34, cuyo emisor está conectado con el nodo 29 y cuya base está conectada con la entrada de control 35, así como un segundo diodo 17, cuyo ánodo está conectado con la salida negativa 31 y cuyo cátodo está conectado con la entrada negativa 30. Como transistor 16 se puede utilizar con ventaja un MOS-FET o IGBT (transistor bipolar con puerta aislada), porque se pueden reducir las pérdidas a través de la conmutación. Como diodos 15, 17 se pueden utilizar diodos habituales o diodos de carburo de silicio (SiC).

El inversor eléctrico 12 está constituido de manera ya conocida y está provisto con diodos, a través de los cuales los condensadores acumuladores 11, 37 del regulador elevador 8 se pueden cargar desde la red de corriente 13, por lo que el circuito intermedio lleva en el funcionamiento normal tensiones que corresponden aproximadamente a las tensiones punta de la red de corriente 13. Si la tensión efectiva en la red de corriente 13 es, por ejemplo, 240 V, entonces la línea de bus positiva 7 lleva una tensión continua de aproximadamente +400 V (la tensión positiva del circuito intermedio) y la línea de bus negativa 9 lleva una tensión continua de aproximadamente -400 V (tensión negativa del circuito intermedio). A las tensiones del circuito intermedio está superpuesta una tensión ondulada, cuya tensión y frecuencia dependen claramente de la estructura y del dimensionado del circuito intermedio 10, pero en parte también de la carga ejercida a través del inversor eléctrico 12. En el caso de un circuito intermedio unipolar 10, es decir, en el caso de un circuito intermedio 10 sin línea de bus neutra 28, la frecuencia básica de la tensión ondulada iguala a la frecuencia básica de la red de corriente 13, y la amplitud de la tensión ondulada es aproximadamente la mitad de la tensión punta en la red de corriente 13. Si se utiliza, en cambio, un circuito intermedio bipolar 10, entonces la frecuencia básica de la tensión ondulada se eleva al doble, y la amplitud se reduce en una medida considerable, por ejemplo, al 20 % o menos. En el caso de un inversor eléctrico trifásico 12, la amplitud de la tensión ondulada es, además, muy inferior que en el caso de un inversor eléctrico monofásico 12, y la frecuencia básica de la tensión ondulada se eleva al triple. Si se accionan la unidad de inversor eléctrico 4 mostrada en la figura 1 con circuito intermedio bipolar 10 y el inversor eléctrico trifásico 12, por ejemplo, en una red de corriente 13 con una tensión efectiva de 240 V y una frecuencia básica de 50 Hz, entonces la frecuencia básica de la tensión ondulada es 150 Hz y la amplitud es aproximadamente 20 V o menos.

Las tensiones de salida de las células solares en el panel solar 2 varían sobre el tiempo en virtud de factores externos, como por ejemplo oscilaciones de la radiación solar, del circuito de los paneles y de la temperatura de los paneles. El número de las células solares en las hileras individuales está dimensionado de tal forma que las hileras o bien los paneles solares 2 ceden durante el tiempo predominante una tensión de salida, que es menor que la tensión

del circuito intermedio. El cometido del regulador elevador 8 es convertir la tensión de salida variable del panel solar 2 en una tensión intermedia bipolar lo más constante posible en el circuito intermedio 10. Esto se consigue en el regulador elevador 8 porque el transistor 16 se conecta y desconecta cíclicamente con una frecuencia de conmutación alta, por ejemplo entre 10 kHz y 70 kHz. Cuando el transistor 16 está conectado, la corriente fluye desde la conexión positiva 22 del panel solar 2 a través del transistor 16 y, además, de retorno a través de la bobina 14 en la conexión negativa 23 del panel solar 2. El primer diodo 15 se ocupa en este caso de que los condensadores acumuladores 11, 37 no se descarguen a través del transistor 16. El primer diodo 15 se puede sustituir de manera alternativa por un transistor sincronizado, que se conecta siempre que el transistor 16 esté conectado. Este procedimiento se conoce como rectificación síncrona. Cuando el transistor 16 se desconecta de nuevo, la corriente fluye en adelante en virtud de la inductividad de la bobina 14, de manera que la energía eléctrica es cedida a los condensadores acumuladores 11, 37 y a los inversores eléctricos 12. En este caso, el condensador 3 conectado en paralelo al panel solar 2 actúa junto con la bobina 14 como filtro, que mantiene la tensión alterna provocada a través de la conexión del transistor 16 alejada en la mayor medida posible del panel solar 2. Si el condensador 3 no está presente, entonces la capacidad de las células solares condicionada por la estructura es suficiente en determinadas circunstancias para ejercer la misma función. El segundo diodo 17 descarga la bobina 14 en el caso de que la tensión de salida del panel solar 2 exceda la tensión del circuito intermedio, por ejemplo en caso de radiación solar máxima, a temperaturas muy bajas del panel o en el caso de aceleración de la unidad de inversor eléctrico 4. El principio funcional del regulador elevador 8 se conoce, en general y, por lo tanto, no se explica aquí en detalle. El inversor eléctrico 12 convierte de manera igualmente conocida, en general, las tensiones continuas en las líneas de bus 7, 9, 28 en una tensión alterna, que es alimentada a la red de corriente 13. El consumo de potencia del inversor eléctrico 12 en la red de corriente 13 está controlado en este caso a través de la línea de control 32 desde la unidad de control 18 con la ayuda de tensiones del circuito intermedio y tensiones de la red de corriente medidas realmente.

Las células solares, los paneles solares o las hileras completas de células solares se caracterizan, entre otras cosas, por el desarrollo de su tensión de salida con corriente variable. Esta llamada curva característica U/I se modifica con la radiación solar, la desconexión de los paneles y la temperatura de los paneles, sin embargo, tiene una forma aproximadamente constante. Cuando no se consume ninguna corriente desde las células, la tensión de salida iguala a la tensión de marcha en vacío. A medida que aumenta la corriente, la reduce la tensión de salida sólo lentamente, hasta que se alcanza un cierto umbral de la corriente. En el caso de elevación adicional de la corriente, se reduce la tensión de salida cada vez más rápidamente y desciende finalmente a cero, de manera que las células ceden entonces una corriente de cortocircuito. A través de esta forma de la curva característica resulta un punto sobre la curva característica, donde la potencia tomada de las células es máxima. Este punto se conoce, en general, con "Punto de Potencia Máxima" o MPP, la tensión en el punto se designa de manera correspondiente con tensión MPP y la corriente se designa con corriente MPP. Tanto la tensión de marcha en vacío como también la corriente de cortocircuito no son mucho mayores, típicamente sólo de 10 % a 30 %, que la tensión MPP o bien la corriente MPP.

A través de la modificación de la relación entre los periodos de conexión y desconexión del transistor 16 (control de la anchura del impulso), la unidad de control 18 modifica la toma de corriente desde el panel solar 2 y de esta manera controla también la tensión de salida del panel solar 2. La corriente MPP y la tensión MPP se modifican con las variaciones de la curva característica condicionadas por el medio ambiente descritas más arriba. Si la tensión MPP no es mayor que la tensión positiva del circuito intermedio, la unidad de regulación 18 regula la toma de corriente, de manera que el panel solar 2 es accionado en su MPP, con lo que la instalación fotovoltaica puede ceder la potencia máxima posible a la red de corriente 13. La unidad de control 18 lleva a cabo la regulación sobre la base de señales de medición, que dan información sobre la corriente y la tensión cedidas desde el panel solar 2. El técnico encuentra a tal fin numerosos procedimientos conocidos. En cambio, si la tensión MPP excede la tensión positiva del circuito intermedio, entonces la unidad de control 18 eleva la toma de corriente, hasta que la tensión de salida del panel solar 2 iguala a la tensión positiva del circuito intermedio. Si las tensiones del circuito intermedio son, por ejemplo, + 400 V o bien -400 V, y el panel solar 3 tiene una tensión de marcha en vacío, por ejemplo, de 600 V, entonces el regulador elevador 8 reduce en cada caso la tensión de salida de panel solar 2 a través de la carga del mismo hasta el punto de que la tensión de salida es 400 V o menor. Puesto que a través de la toma de tierra de la línea de bus neutra 28 el potencial referido a tierra en la conexión positiva 22 del panel solar 2 corresponde siempre a la tensión positiva del circuito intermedio, de esta manera se asegura que el potencial en la conexión negativa 23 del panel solar 2 no sea negativo frente al potencial de toma de tierra. De esta manera, se evita un aumento o una aceleración de la formación de daños de corrosión en paneles solares 2 conectados, aunque éstos estén diseñados como paneles de película fina o paneles de película fina de superestratos.

En instalaciones fotovoltaicas 1, las unidades de inversores eléctricos 4 deben estar diseñadas de tal forma que soportan la tensión de salida máxima posible de los paneles solares 2 sin daños. No obstante, en condiciones normales de funcionamiento sólo sucede muy raramente, por ejemplo sólo en caso de frío intenso con radiación solar plena simultánea, de manera que la tensión de salida real alcanza el valor máximo. El tiempo muy predominante, la tensión de salida de un panel solar 2 es inferior a 2/3 del valor máximo. Por lo tanto, un panel solar 2 con una tensión máxima de marcha en vacío, por ejemplo, de 600 V se puede accionar en una unidad de inversor eléctrico 4 de acuerdo con la invención con tensiones del circuito intermedio de ± 400 V, sin que la reducción automática de la tensión de los paneles sobre 400 V provoque una reducción considerable de toda la energía

suministrada por la instalación 1.

Se pueden producir situaciones en las que la red de corriente 13 de la unidad de inversor eléctrico 4 no puede o no debe tomar ninguna potencia o solamente una potencia reducida, por ejemplo cuando las tensiones alternas en la red de corriente 13 son más elevadas que una tensión máxima predeterminada. En este caso, el inversor eléctrico 12 no puede o debe extraer ninguna potencia o sólo una pequeña potencia desde el circuito intermedio 10. El control correspondiente del inversor eléctrico 12 se realiza a través de la unidad de control 18. Para evitar que los condensadores acumuladores 11, 37 sean cargados en este caso en una medida excesiva, y de esta manera las tensiones del circuito intermedio se eleven excesivamente, entonces la unidad de control 18 reduce, a través del control correspondiente del regulador elevador 8 la toma de corriente desde el panel solar 2. Pero de esta manera, se eleva la tensión de salida del panel solar 2. Si se eleva hasta el punto de que la tensión en la conexión negativa 23 del panel solar 2 se vuelve negativa con respecto al potencial de toma de tierra, con lo que se podría provocar una corrosión intensificada, entonces la unidad de control 18 experimenta esto a través de las líneas de sensores 20 y conecta el transistor 16 de forma duradera. De esta manera, la tensión de salida del panel solar 2 desciende hacia cero, mientras que la corriente se eleva hasta la corriente de cortocircuito respectiva. Ambas conexiones 22, 23 del panel solar 2 son entonces positivas frente al potencial de tierra. La potencia reducida en el transistor 16 es relativamente pequeña en virtud de la caída reducida de la tensión a través del transistor 16, de manera que la unidad de inversor eléctrico 4 puede permanecer en este estado sin daños. Tan pronto como la red de corriente 13 puede tomar de nuevo una potencia suficiente, o la corriente cae a través del transistor 16, por ejemplo porque una nube oscurece el sol, la unidad de control 18 retorna al procedimiento de regulación normal descrito anteriormente. De manera alternativa, las curvas características de los paneles solares 2 se pueden registrar en la unidad de control 18, de manera que la unidad de control 18 puede calcular de antemano a medida que se reduce la toma de tensión en la red de corriente 13, con la ayuda de la tensión de salida actual y la corriente de salida actual del panel solar 2, cuándo debe realizarse el cortocircuito del panel solar 2 a través de la conexión duradera del transistor 16, para impedir un potencial negativo en las células solares 2. De esta manera, no hay que esperar a que la tensión en la conexión negativa 23 del panel solar 2 se vuelva negativa con respecto al potencial de tierra. La unidad de control 18 puede calcular de manera correspondiente con la ayuda de la corriente actual de cortocircuito, cuándo se puede retornar al procedimiento de regulación normal. Para evitar una conmutación demasiado frecuente entre los procedimientos de regulación, la unidad de control 18 puede incorporar al mismo tiempo histéresis en la decisión. El control del regulador elevador 8 y el control del inversor eléctrico 12 se pueden realizar de manera independiente uno del otro o de acuerdo con un algoritmo común.

Un mecanismo del mismo tipo se utiliza para evitar que la tensión de salida del panel solar 2 se eleve hasta el punto de que se puedan dañar elementos de conmutación en la unidad de inversor eléctrico 4, como por ejemplo el transistor 16 o transistores en el inversor eléctrico 12. Si la unidad de control 18 experimenta a través de las líneas de sensor 20 que la tensión de salida del panel solar 2 se aproxima a una tensión de desconexión predeterminada, entonces se conecta el transistor 16 de forma duradera, con lo que se cortocircuita el panel solar 2, y su tensión de salida cae hacia cero. Solamente cuando la corriente a través del transistor 16 ha caído hasta el punto de que con la ayuda de la curva característica se puede reconocer que ha desaparecido el peligro de una sobretensión, la unidad de control retorna al procedimiento de regulación normal. También aquí se puede incorporar al mismo tiempo una histéresis en las decisiones. El registro de las curvas características de los paneles solares 2 puede ser, por una parte de los trabajos en el montaje de la instalación de células solares 1. Para asegurar que también cuando la unidad de control 18 no está funcionando no se puedan producir daños a través de sobretensiones, la unidad de inversor eléctrico 4 está provista adicionalmente con un circuito de protección 38 que, cuando la tensión entre la conexión de entrada positiva 5 y la conexión de entrada negativa 6 excede un primer umbral predeterminado, conecta el transistor 16 y solamente lo desconecta de nuevo cuando la corriente a través del transistor 16 ha caído por debajo de un segundo umbral predeterminado. El circuito de protección 38 se representa de forma esquemática en la figura 3, y contiene un primer comparador 39, cuya entrada positiva está conectada con un divisor de la tensión 40 de 1000 : 1, que divide la diferencia de la tensión entre la conexión de entrada positiva 5 y la conexión de entrada negativa 6. La entrada negativa del comparador 39 está conectada con un generador de tensión 41, que cede una tensión de 1 V. De esta manera la salida del comparador 39 cede una señal alta, cuando la tensión de salida del panel solar 2 excede de 1000 V. A través del diodo 52, el condensador 53 y la resistencia 5, la señal alta se mantendrá durante un cierto tiempo, por ejemplo de 5 a 10 segundos, después de que la tensión de salida ha caído de nuevo. La señal alta dispara un S-R-Flipflop 44 en su entrada SET. La salida del Flipflop 44 eleva entonces la base (o la puerta) del transistor 16 a través de un circuito de disparo 48, una resistencia 49 y un diodo 50 y de esta manera conecta el transistor 16. Éste permanece en este estado hasta que el Flipflop 44 ha sido retornado de nuevo, y la línea de control 19, que está conectada a través del diodo 51 igualmente con la base del transistor 16, no lleva ninguna señal alta. La corriente a través del transistor 16 se calcula con la ayuda de la caída de la tensión a través de la bobina 14. A tal fin, está previsto un segundo comparador 42, cuya entrada negativa está conectada con el nodo 29 entre el emisor del transistor 16 y la bobina 14, y cuya entrada positiva está conectada con un generador de tensión 43, que cede una tensión de 0,3 V. La salida del comparador 42 está conectada a través de una resistencia 45 con un condensador 46 y con la entrada RESET del Flipflop 44. Si la tensión sobre la bobina 14 cae por debajo de 0,3 V, entonces se carga lentamente el condensador 46 hasta que alcanza la tensión umbral del Flipflop 44, después de lo cual se repone el Flipflop. En este caso, la salida se lleva a cero, y el transistor 16 se

desconecta, a no ser que la unidad de control 18 mantenga conectado el transistor 16 a través de la línea de control 19 y el diodo 51. El diodo 47 se ocupa de que se descargue el condensador 46, tan pronto como la tensión se eleva 0,3 V por encima de la bobina 14. De esta manera, se asegura que la desconexión del transistor 16 solamente se pueda realizar durante un tiempo mínimo predeterminado, por ejemplo de 10 a 30 segundos, después de la conexión del transistor 16, de manera que los paneles solares 2 y los circuitos de la unidad de inversor eléctrico 4 tengan tiempo suficiente para reaccionar al cortocircuito y conseguir un estado estable, antes de que repercuta la medición de la corriente.

El circuito de protección 38 se puede utilizar también en otros tipos de convertidores de potencia para células solares 2. Así, por ejemplo, es posible que una instalación eléctrica 4 para la conversión de una corriente continua desde hileras de células solares 2 en al menos una corriente eléctrica con tensión y frecuencia predeterminadas, en adelante corriente continua, se caracterice porque cuando se alcanza una tensión predeterminada en la entrada 5, 6, de la instalación eléctrica 4, se cortocircuita esta entrada 5, 6. Además, se podría caracterizar porque el cortocircuito se anula cuando la corriente a través de la entrada 5, 6 cae por debajo de un umbral predeterminado, dado el caso después de un tiempo de espera predeterminado. También se podría caracterizar por diferentes combinaciones de características de la invención publicada en esta solicitud de patente, en particular las características del circuito de protección 38 descrito anteriormente.

La utilización de una unidad de inversor eléctrico 4 sin transformador implica la ventaja adicional de que una supervisión de la corriente de fuga realizada en el funcionamiento en el conductor neutro de la conexión de salida 24 puede emitir una indicación de errores posibles, en particular errores de toma de tierra, en las células solares 2. Si la unidad de inversor eléctrico 4 no está en funcionamiento, una medición de las impedancias de las conexiones de células solares 5, 6 entre sí y hacia tierra puede descubrir errores similares.

Por lo demás, el técnico puede reconocer fácilmente que la invención descrita aquí puede tener otras formas de realización. Así, por ejemplo, la unidad de inversor eléctrico 4 puede tener varias entradas 5, 6 para hileras de células solares, que están conectadas en paralelo al circuito intermedio 10. En este caso se pueden utilizar más de un regulador elevador 8 o más de un inversor eléctrico 12, y el regulador elevador 8 puede ser un regulador elevador y regulador reductor combinado.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Instalación eléctrica (4), que comprende al menos una entrada con una conexión de entrada positiva y con una conexión de entrada negativa (6), y al menos un inversor eléctrico (12) con al menos una entrada positiva (25) y al menos una entrada negativa (26), en la que en la entrada positiva (25) del inversor eléctrico (12) se forma una tensión positiva frente a potencial de tierra y en la entrada negativa (26) del inversor eléctrico (12) se forma una tensión negativa frente a potencial de tierra en el funcionamiento, en la que entre la conexión de entrada positiva (5) y la entrada positiva (25) del inversor eléctrico (12) existe una conexión (7) esencialmente libre de pérdidas de tensión, caracterizada porque la instalación (4) comprende al menos un regulador elevador (8) y porque uno de los reguladores elevadores (8) está dispuesto entre la conexión de entrada negativa (6) y la entrada negativa (26) del inversor eléctrico (12).
- 10 2.- Instalación eléctrica (4) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque el regulador elevador (8) regula a través de la carga de la entrada (5, 6) de la instalación eléctrica (4) la tensión en la conexión de entrada negativa (6), de tal manera que es positiva en comparación con una tensión predeterminada.
- 15 3.- Instalación eléctrica (4) de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizada porque a través de la carga de su entrada (5, 6) se regula la tensión en la conexión de entrada negativa (6), de tal manera que no es negativa en comparación con el potencial de tierra.
- 4.- Instalación eléctrica (4) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque comprende un circuito intermedio bipolar (10).
- 20 5.- Instalación eléctrica (4) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque la instalación eléctrica está configurada de tal forma que cortocircuita la conexión de entrada positiva (5) con la conexión de entrada negativa (6), cuando la tensión en la conexión de entrada negativa (6) se vuelve negativa en comparación con una tensión predeterminada.
- 25 6.- Instalación eléctrica (4) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque la salida del inversor eléctrico (12) está conectada con un consumidor (13), caracterizada porque estrangula la potencia tomada desde su entrada (5, 6), cuando el consumidor (13) requiere menos potencia de salida desde el inversor eléctrico (12).
- 30 7.- Instalación eléctrica (4) de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizada porque la instalación eléctrica está configurada de tal forma que cortocircuita la conexión de entrada positiva (5) con la conexión de entrada negativa (6), cuando se puede prever que la tensión en la conexión de entrada negativa (6), en virtud de un estrangulamiento de la potencia tomada desde la entrada (5, 6) de la instalación eléctrica (4), se vuelve negativa en comparación con una tensión predeterminada.
- 35 8.- Instalación eléctrica (4) de acuerdo con la reivindicación 5 ó 7, caracterizada porque la instalación eléctrica está configurada de tal forma que solamente anula de nuevo el cortocircuito cuando la corriente a través del cortocircuito entre la conexión de entrada positiva (5) y la conexión de entrada negativa (6) no alcanza un valor predeterminado,

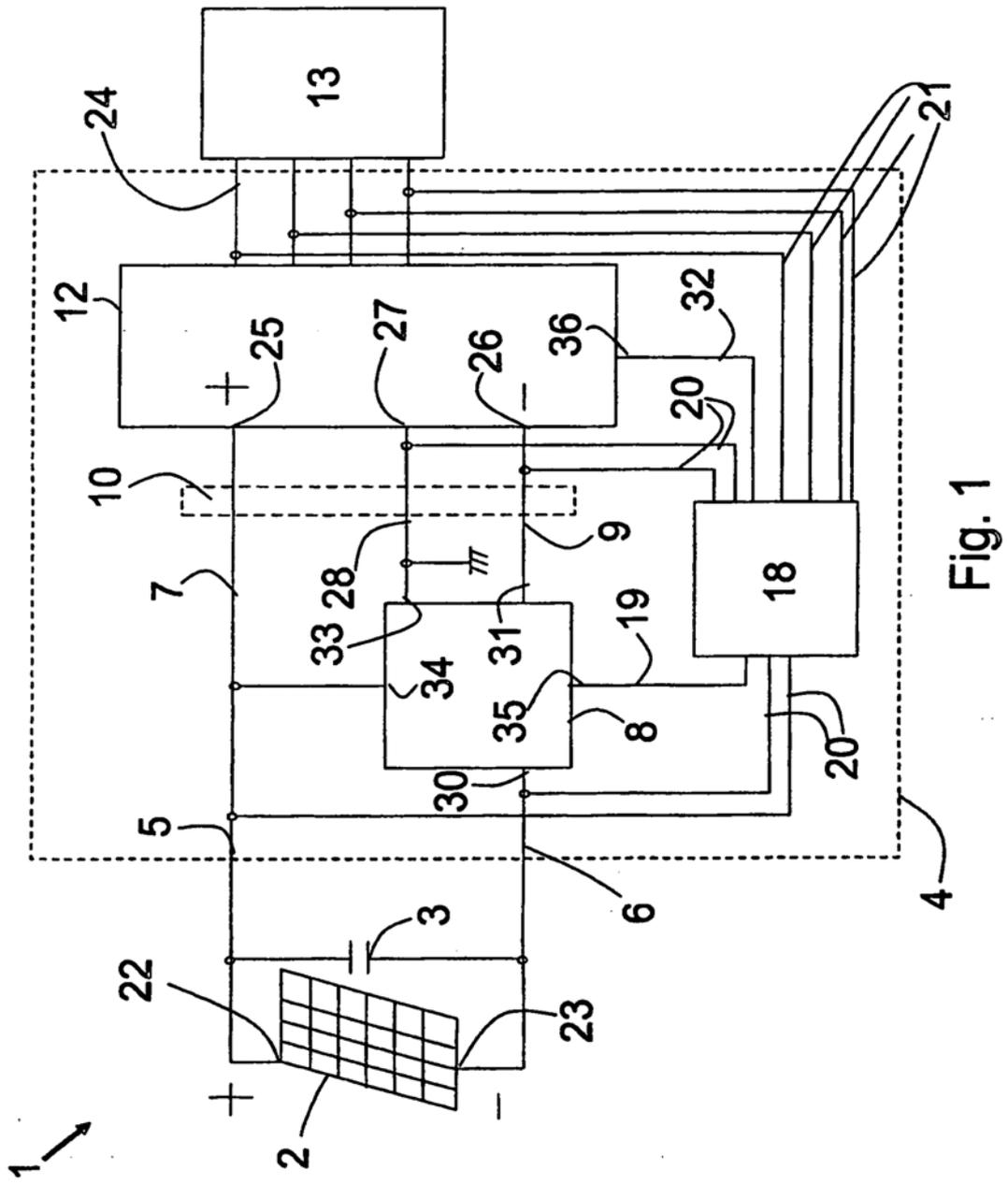


Fig. 1

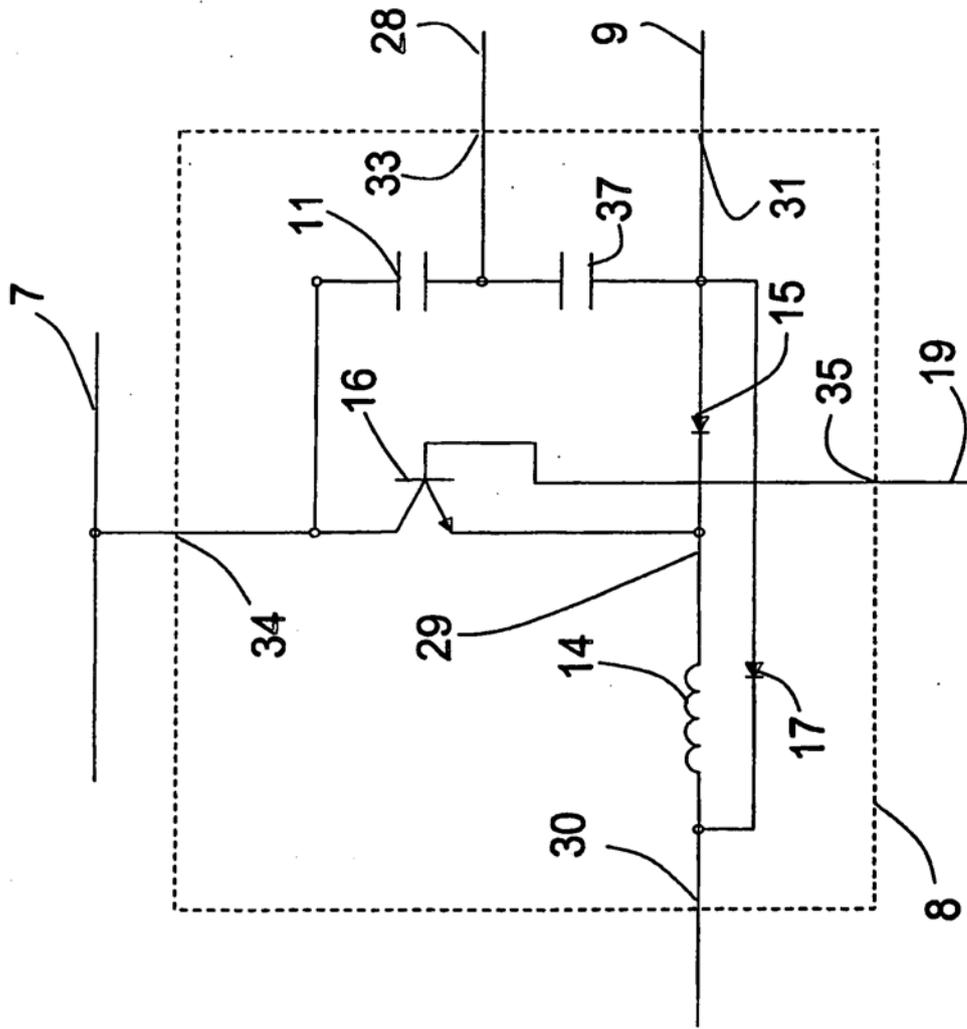


Fig. 2

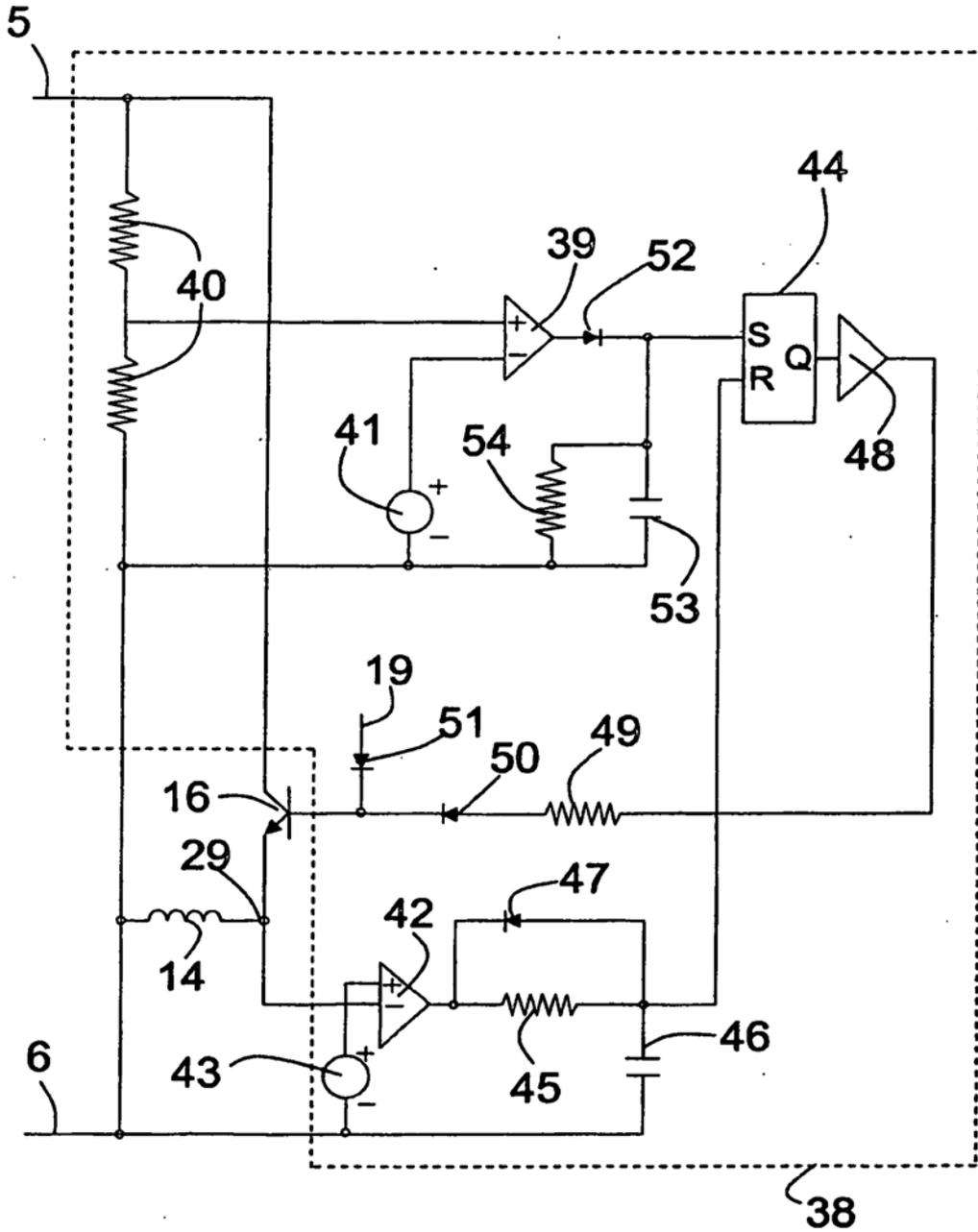


Fig. 3