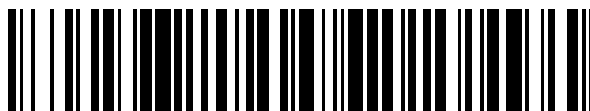


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 659 889**

51 Int. Cl.:

G01R 31/26

(2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.02.2011** **E 11000833 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.11.2017** **EP 2386870**

54 Título: **Procedimiento de prueba de aislamiento para grandes instalaciones fotovoltaicas**

30 Prioridad:

16.03.2010 DE 102010011476

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

19.03.2018

73 Titular/es:

ADENSIS GMBH (100.0%)

Industriestrasse 65

01129 Dresden, DE

72 Inventor/es:

BECK, BERNHARD

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 659 889 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 de prueba de aislamiento para grandes instalaciones fotovoltaicas

La invención se refiere a un procedimiento para verificar el aislamiento de una instalación fotovoltaica con respecto a tierra con ayuda de un impulso de prueba dado en las líneas de conexión de la instalación fotovoltaica.

- 5 Del documento WO/25374 se conoce un procedimiento para proteger una instalación PV (fotovoltaica, por sus siglas en alemán). Allí se reacciona cuando ya ha ocurrido una avería, intentando limitar las repercusiones de la avería en la instalación fotovoltaica al detectar la radiación electromagnética asociada con el arco fotovoltaico de cortocircuito y aislando del cortocircuito las partes afectadas de la instalación. Del documento DE 10 2004 018918 se conoce una localización de defectos de aislamiento en el sector de la tensión alterna, en la que cada subred conmutable está provista de su propio generador de prueba, su propio dispositivo de control de aislamiento y su propio transformador de corriente diferencial.

En el documento US 5155441 se describe un sistema de tensión alterna en el que se emplea un único aparato de prueba de aislamiento para el control de varios motores que luego deben estar sin corriente y en reposo.

- 15 Finalmente, a partir del documento DE 69213626 se conoce el suministro de varias subredes de tensión alterna a través de disyuntores asociados. Los disyuntores de acoplamiento sirven para generar una configuración de red predefinida. A cada tramo de la red se le asigna su propio controlador de aislamiento y a cada rama de cada tramo de red se le asigna un controlador de aislamiento local. Los documentos US 5.712.572A, DE10 2004018918B y US 5475558A describen diferentes métodos para supervisar una instalación fotovoltaica. El procedimiento mencionado al comienzo es habitual en las instalaciones fotovoltaicas para detectar a tiempo un contacto a tierra o una amenaza de un aislamiento débil. Para ello se conecta un denominado controlador de aislamiento a las líneas de conexión, el cual genera el impulso de prueba y lo transmite a las líneas de conexión. El impulso de prueba se aplica así a la entrada del inversor, el cual convierte la corriente continua generada fotovoltaicamente para alimentar una red de suministro en una corriente alterna. Debido a los avances en la tecnología de semiconductores en los transistores de potencia, los inversores están disponibles en la actualidad hasta un MW. En el caso de las instalaciones grandes asociadas el empleo del controlador de aislamiento clásico no tiene éxito dado que, debido al tamaño de la red de distribución existente, se manifiestan se producen capacidades demasiado altas, que atenúa el impulso de prueba de modo que no se puede hacer ya una declaración fiable sobre el estado del aislamiento. Las modificaciones en el controlador de aislamiento no han podido obtener hasta ahora una solución satisfactoria.

- 30 Es misión de la presente invención poner remedio a esta situación y también poder verificar cualquier instalación fotovoltaica grande con un aparato de prueba estándar.

Este problema se resuelve de acuerdo con una primera forma de realización de la invención, debido a que la instalación fotovoltaica está dividida de un modo técnico de conmutación en varias instalaciones parciales aisladas eléctricamente entre sí, y el impulso de prueba se emite sucesivamente a la línea de conexión asociada a la respectiva instalación parcial.

- 35 En este caso no se toma el camino obvio de continuar desarrollando el dispositivo de prueba, sino se toma el camino de modificar la instalación fotovoltaica o desglosarla mejor para poder emplear aparatos estándares. Esto requiere ciertamente un aumento en los costos del aparato, pero puede ser asumido.

- 40 La separación técnica en instalaciones parciales debería ser tal que cada instalación parcial comprenda varios campos fotovoltaicos, es decir, tantos como para que sus longitudes de conexión puedan controlarse por el aparato de prueba de impulsos utilizado. Las líneas se pueden conectar con ello a una barra colectora que, a su vez, es conducida a la entrada de un inversor.

- 45 La conexión de las instalaciones parciales, eventualmente de los campos PV individuales, debería estar conectada a través de un medio de conmutación bipolar a la salida de un controlador de aislamiento que genera el impulso de prueba. En el controlador de aislamiento puede disponerse para ello un multiplexor, que sucesivamente emite una señal de prueba a las líneas conectadas a la salida del multiplexor a las instalaciones parciales respectivas. Alternativamente, el medio de conmutación bipolar puede comprender una pluralidad de conmutadores electrónicos que conmutan las dos líneas de conexión respectivas a las instalaciones parciales a una línea de alimentación de impulsos de prueba o se separa de ella, en el que se emite el impulso de prueba y se distribuye desde allí a través de los medios de conmutación a las distintas instalaciones parciales.

- 50 De acuerdo con una segunda forma de realización de la invención, el problema planteado se resuelve porque el recorrido de la corriente del impulso de prueba se detecta a través de las líneas de conexión por medio de sensores de corriente en ubicaciones adecuadas. También aquí se realiza una modificación del lado de la instalación, que requiere excepcionalmente un empleo incrementado de material y de montaje, que se ve compensado, sin embargo, por las ventajas de utilizar aparatos estándares para el control del aislamiento.

- 55 Es ventajoso que, en la proximidad temporal para la construcción de la instalación se genere una primera serie de impulsos de medición y se registre su recorrido, bifurcación y/o distribución en la red de líneas de las líneas de

conexión a uno o más campos PV. Así, p. ej., inmediatamente después del montaje de la instalación fotovoltaica se crea una referencia sobre qué aspecto debe tener el aislamiento en el caso ideal, sin que haya ocurrido deterioro alguno debido a la contaminación, el envejecimiento, el aumento de resistencias de contacto, etc. Después de un tiempo seleccionable, más tarde el curso del impulso de prueba se compara con un curso correspondiente en el momento anterior. A partir de las variaciones se pueden extraer conclusiones sobre defectos de aislamiento que se manifiestan entretanto.

Los sensores de corriente están previstos preferiblemente en las líneas de alimentación que salen de una barra colectora y que conducen a los distintos campos de la instalación fotovoltaica. Esto es particularmente ventajoso si están previstos medios de conmutación adicionales que conmutan las líneas de conexión respectivas a los distintos campos en la barra colectora o se separan de la misma. La barra colectora está conectada en este caso con la entrada del inversor.

Otras ventajas y realizaciones de la invención resultarán a partir de la descripción de un ejemplo de realización con ayuda de la Figura. Ésta muestra:

Fig. 1 un dispositivo para llevar a cabo el procedimiento de acuerdo con una primera forma de realización con control del flujo de corriente,

Fig. 2 un dispositivo para llevar a cabo el procedimiento de acuerdo con una segunda forma de realización con barra colectora de impulsos de prueba, y

Fig. 3 un dispositivo para llevar a cabo el procedimiento de acuerdo con una tercera forma de realización con multiplexor.

En la Figura 1 se muestra una instalación grande fotovoltaica 1, que está dividida en n instalaciones parciales 3. Las primeras cinco instalaciones parciales 3 también se denominan también PV1 a PV5, y las dos últimas instalaciones parciales 3 se denominan PVn-1 y PVn. Cada una de las instalaciones parciales 3 comprende varios campos fotovoltaicos conectados en paralelo, p. ej., 8 campos (no mostrados). Un tamaño habitual para un campo son a su vez diez fases conectadas en paralelo a cada uno de los 10 módulos fotovoltaicos conectados en serie. Cada uno de los módulos presenta, a su vez, p. ej., 60 fotocélulas conectadas en serie. Ocho campos de en cada caso 10 fases producen 80 fases. Diez fases de en cada caso 10 módulos PV proporcionan entonces 800 módulos PV por cada instalación parcial 3. Este es un orden de magnitud en el que tiene sentido el empleo de un controlador de aislamiento 5 convencional.

En el caso de instalaciones grandes PV hoy en día disponibles, por ejemplo n = 20 de estas instalaciones parciales 3 están conectadas directamente mediante líneas de conexión 6,6' con dos líneas de alimentación 7,7', que están conectadas a las respectivas entradas más y menos 9 de un inversor 11. En las líneas de conexión 6,6' están previstos transformadores de corriente 10,10', de los cuales preferiblemente uno 10' está previsto en la línea 6' que conduce al polo positivo 9' de la instalación PV y uno 10 está previsto en la línea 6 que conduce al polo negativo 9.

De las líneas de alimentación 7,7' conectadas a un inversor 11, las líneas de conexión 6,6' parten a las instalaciones parciales 3 a través de un desconector 13 de 2 polos. El desconector 13, debido a la alta corriente a conmutar, es un conmutador mecánico 13, que durante el proceso de conmutación real dibuja un arco voltaico considerable, lo cual conduce a un desgaste de los contactos de conmutación. En consecuencia, es económico tratar con procesos de conmutación.

Esto permite esta primera forma de realización en la que el controlador de aislamiento 5 proporciona su impulso de prueba 15 directamente a las líneas de alimentación 7,7' sin que se activen los desconectores 13. Esto se puede realizar, por ejemplo, por la noche, cuando no hay tensión generada técnicamente por la energía solar. En el caso de un aislamiento de alta impedancia del controlador de aislamiento 5, el impulso de prueba 15 puede modularse también durante el día durante el funcionamiento de la instalación fotovoltaica 1 a las líneas de alimentación 7,7'.

Si las líneas de conexión 6,6' a todas las instalaciones parciales 3 y también las propias instalaciones parciales 3 están en estado perfectamente aislado, entonces el impulso de prueba 15 aplicado a la línea de alimentación positiva 7' se distribuiría más o menos uniformemente sobre las instalaciones parciales 3 de acuerdo con las longitudes de línea presentes y los amperímetros 10' indicarían aproximadamente el mismo valor. Los amperímetros 10 que miden la corriente de retorno también muestran el mismo valor de corriente, a excepción de las pérdidas de amortiguación esperadas.

En la Figura 1 se muestran en las líneas de conexión 6,6' a las instalaciones parciales PV5 y PV n-2 dos resistencias R1 y R2, que representan simbólicamente una irregularidad. La resistencia R1 puede ser, p. ej., una ruta de derivación de corriente que se produce por el crecimiento de hierba en un núcleo de cable expuesto. En este punto, el amperímetro 10' indicaría un valor más alto que el amperímetro 10, ya que el impulso de prueba 15 no se devuelve completamente a la línea de conexión 6, sino que se derivó en parte con respecto a tierra. Análogamente, la resistencia R2 es, por ejemplo, una transición de contacto deteriorada que se manifiesta a lo largo del tiempo. Esto se haría perceptible porque los transformadores de corriente 10, 10' asociados de la instalación parcial PVn-2 miden ciertamente el mismo valor, pero este valor es claramente menor en comparación con los valores de la

corriente medidos en otras instalaciones parciales PVn. De esta forma, puede concluirse, mediante un análisis del flujo de corriente en las líneas de conexión 6,6' el estado de aislamiento de las instalaciones parciales PVn respectivas. Una unidad de análisis 14 correspondiente puede integrarse en el controlador de aislamiento 5.

Inmediatamente después de la construcción de la instalación fotovoltaica 1, se puede aplicar una serie de impulsos de prueba 15 por primera vez a las líneas de conexión 6,6'. Suponiendo que todas las debilidades del aislamiento detectadas se eliminaran durante la fase de puesta en marcha, se presenta de esta forma una distribución de referencia de las corrientes, la cual refleja cómo se propaga el impulso de prueba 15 dentro de la instalación 1. Las corrientes medidas de todos los transformadores de corriente 10,10' presentes se registran de modo que estén disponibles para una medición de comparación posterior. La unidad de análisis 14 verifica entonces cómo se ha modificado la distribución de corriente y, en el caso de la presencia de una modificación inadmisiblemente alta de, p. ej., más/menos 10% de desviación del valor medido original, emite una señal de advertencia.

En la segunda forma de realización de la invención mostrada en la Figura 2, el controlador de aislamiento 5 emite el impulso de prueba 15 a dos líneas de alimentación de impulsos de prueba 17,17' de los cuales el mismo, según la invención, por medio del segundo o más conmutadores bipolares S es conmutable a las líneas de alimentación 21,21', más tarde en relación con la Fig. 3 también denominados cables de derivación 21,21', que en cada caso desembocan en líneas de alimentación 6,6' asociadas.

Si la primera instalación parcial PV1 se ha de someter a ensayo en cuanto a debilidades de aislamiento, se abren todos los conmutadores S2 a Sn de las instalaciones parciales PV2 a PVn y únicamente se cierra el conmutador S1, que conecta las líneas de alimentación 6,6' de la primera instalación parcial PV1 con las líneas de alimentación de impulsos de prueba 17,17'. De esta forma, incluso en el caso de la instalación grande 1 se abre la posibilidad de verificar el aislamiento con un controlador de aislamiento 5 convencional de una manera adecuada.

Por lo tanto, todas las instalaciones parciales PVn se conectan gradualmente al controlador de aislamiento 5 solo al estar cerrado el conmutador S respectivo, que está asociado a la instalación parcial PV que ha de comprobarse, mientras que todos los demás conmutadores S permanecen abiertos. Esta división de la instalación 1 completa en las instalaciones parciales 3, que están conectadas en cada caso al controlador de aislamiento 5 por medio de los conmutadores S1 a Sn, debe entenderse como una clasificación en el sentido de las reivindicaciones.

En la Figura 3 se muestra todavía una tercera variante, en la que los conmutadores S son reemplazados por un multiplexor 20, en cuyas salidas están conectadas las líneas de alimentación o cables de derivación 21, que envían el impulso de prueba 15 desde el multiplexor 20 a las líneas de alimentación 6,6'.

Lista de símbolos de referencia

1	Instalación grande fotovoltaica
3	Instalaciones parciales PVn
5	Controladores de aislamiento
6,6'	Líneas de alimentación a instalaciones parciales fotovoltaicas
7,7'	Líneas de alimentación
9,9'	Inversor de polos de conexión
10,10'	Amperímetro
11	Inversor
13	Desconector
14	Unidad de análisis
15	Impulso de prueba
17,17'	Líneas de alimentación de impulsos de prueba
20	Multiplexor
21	Cable de derivación
S	Conmutador

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para verificar el aislamiento de una instalación fotovoltaica (1) con respecto a tierra con ayuda de un impulso de prueba (15) aplicado a las líneas de alimentación (6,6') de la instalación fotovoltaica, caracterizado por que la instalación fotovoltaica está subdividida estructuralmente en varias instalaciones parciales (3), aisladas eléctricamente entre sí, y el impulso de prueba se emite sucesivamente a la respectiva línea de alimentación (6,6') asociada a la instalación parcial.
2. Procedimiento para verificar el aislamiento de una instalación fotovoltaica (1) con respecto a tierra con ayuda de un impulso de prueba (15) aplicado a las líneas de alimentación (6,6') de la instalación fotovoltaica, caracterizado por que el recorrido de la corriente del impulso de prueba (15) se detecta por las líneas de alimentación (6,6') mediante sensores de corriente (10,10') y se evalúa en una unidad de análisis (14).
3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado por que el recorrido del impulso de prueba (15) se compara con un recorrido correspondiente en un momento anterior.
4. Procedimiento según la reivindicación 2 ó 3, caracterizado por que los sensores de corriente (10,10') se emplean en las líneas de alimentación (6,6') que parten de una barra colectora (7,7') a las instalaciones parciales (3) de la instalación fotovoltaica.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 4, caracterizado por que los medios de conmutación (13) conmutan o desconectan las respectivas líneas de alimentación (6,6') a las distintas instalaciones parciales (3) en dos barras colectoras (7,7'), en donde las barras colectoras están conectadas a la entrada de un inversor (11).
6. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que otros medios de conmutación (S) conmutan las respectivas líneas de alimentación (6,6') a las distintas instalaciones parciales (3) a una línea de alimentación de impulso de prueba (17,17'), a la cual se emite el impulso de prueba (15), o las separan de él.
7. Procedimiento según la reivindicación 1 o 6, caracterizado por que cada una de las instalaciones parciales (3) abarca varios campos fotovoltaicos y se puede conmutar individualmente a una barra colectora (7,7'), que se guía junto a la entrada de un inversor (11).
8. Procedimiento según la reivindicación 1, 6 o 7, caracterizado por que cada instalación parcial (3) está conectada a través de un medio de conmutación bipolar (S) a la salida de un controlador de aislamiento (5) que genera el impulso de prueba (15).
9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado por que el medio de conmutación bipolar es un multiplexor (20) que emite sucesivamente la señal de prueba (15) a las líneas de alimentación (21,21'), conectadas a la salida del multiplexor (20) que conducen respectivamente a las líneas (6,6') para las respectivas instalaciones parciales (3).
10. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado por que el medio de conmutación bipolar (S) abarca una pluralidad de conmutadores electrónicos, que conmutan las dos líneas de alimentación (6,6') respectivas a las instalaciones parciales (3) a una línea de alimentación de impulsos de prueba (17,17') o la separan de ésta, sobre la que se emite el impulso de prueba (15) y desde allí se distribuye a las distintas instalaciones parciales (3).

Fig. 1

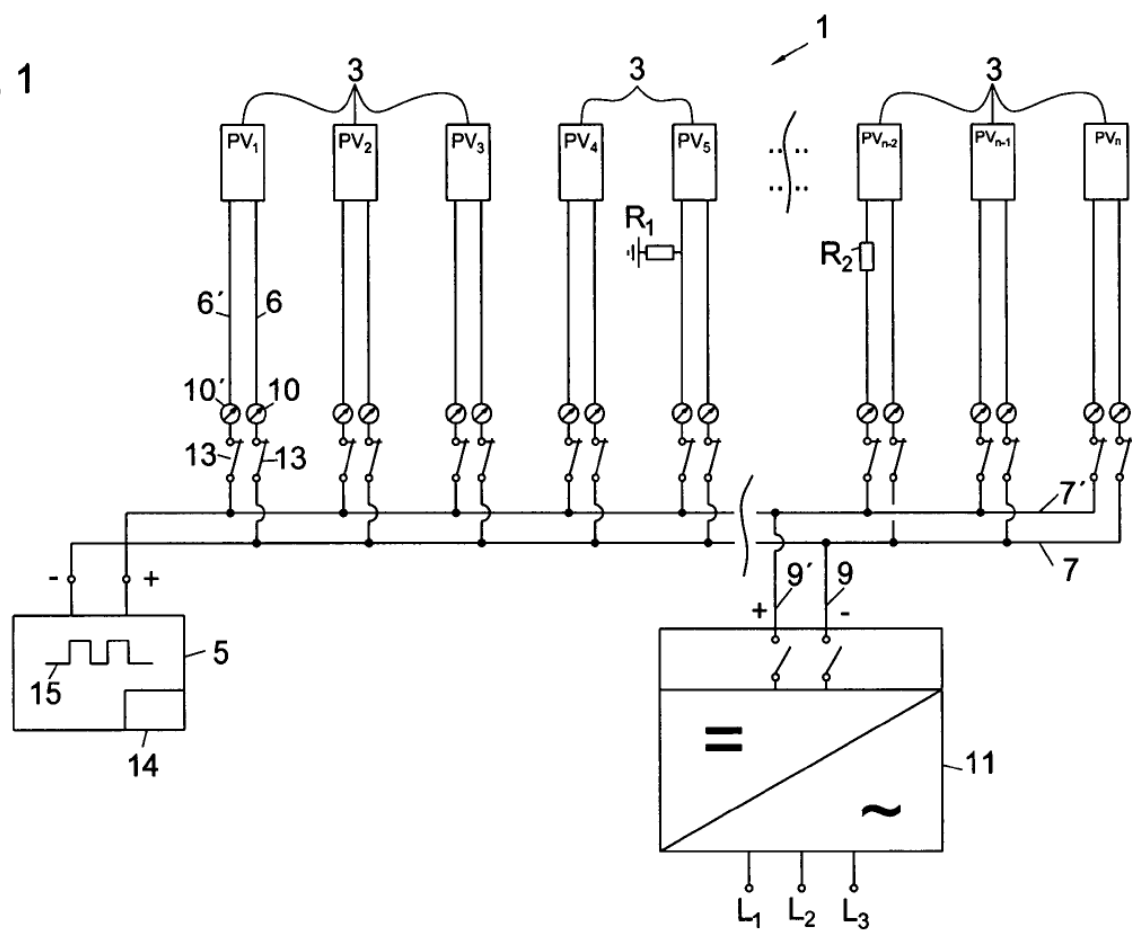


Fig. 2

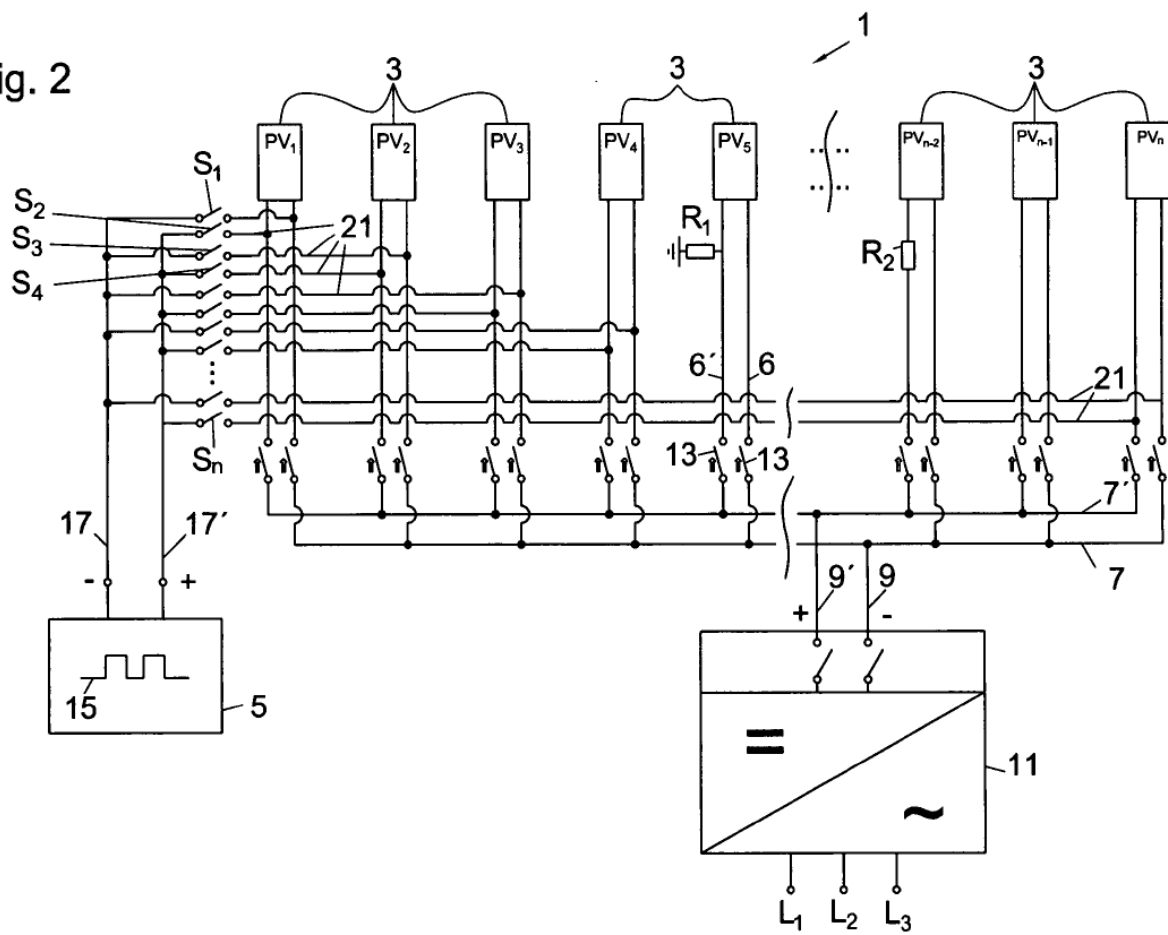


Fig. 3

