

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 447 782**

51 Int. Cl.:

H01L 31/042 (2006.01)

H01L 31/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.10.2008** **E 08018011 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2013** **EP 2086020**

54 Título: **Instalación fotovoltaica con elevación de potencial**

30 Prioridad:

23.10.2007 DE 102007050554

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

12.03.2014

73 Titular/es:

**PADCON GMBH (100.0%)
Steigweg 24
97318 Kitzingen , DE**

72 Inventor/es:

**BECK, BERNHARD y
MÜLLER, TIM**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 447 782 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

Instalación fotovoltaica con elevación de potencial

5 La invención se refiere a una instalación fotovoltaica con una pluralidad de módulos fotovoltaicos, que están unidos eléctricamente a un generador fotovoltaico, cuyo primer extremo de línea forma un polo negativo y cuyo segundo extremo de línea forma un polo positivo. El generador fotovoltaico comprende aquí un número de módulos fotovoltaicos, que están unidos formando al menos una línea. Pueden estar previstas también varias líneas conectadas en paralelo.

10 Instalaciones de este tipo son suficientemente conocidas. En instalaciones así, una cantidad de por ejemplo diez módulos fotovoltaicos están conectados en serie. Los módulos forman entonces una así denominada línea. Cada módulo fotovoltaico comprende a su vez por ejemplo 100 células fotovoltaicas, que a su vez están conectadas eléctricamente en serie. La célula fotovoltaica individual genera, al estar expuesta a la radiación solar, una tensión de aproximadamente 0,5 voltios. Como resultado, según el empleo de la instalación, en caso de operación bajo carga se produce en la línea una tensión, denominada en lo que sigue tensión de línea, de aproximadamente 500 voltios. En lo que sigue, se parte por ejemplo de una tensión de línea bajo carga de aproximadamente 500 voltios y en caso de operación sin carga de aproximadamente 800 voltios. Es habitual agrupar una pluralidad de líneas, por ejemplo 10 líneas, mediante conexión en paralelo y poner a disposición entonces la energía generada mediante una línea eléctrica colectora común para seguir aprovechándola.

20 La energía eléctrica generada se presenta en forma de tensión continua. Es convertida mediante un inversor a una tensión alterna. Para ello son habituales actualmente los circuitos mostrados a modo de ejemplo en las figuras 1 y 2. Componentes iguales están dotados respectivamente de las mismas referencias.

25 Según la figura 1, una instalación fotovoltaica 1 comprende un número de elementos fotovoltaicos 3, que están conectados respectivamente en serie y forman aquí dos líneas 5, que están conectadas en paralelo entre sí. El generador fotovoltaico 6 así formado posee un primer y un segundo extremo de línea 7, 9, que tienen un potencial negativo o respectivamente positivo P1 o respectivamente P2. El primer extremo de línea 7 es el polo negativo del generador fotovoltaico 6 y tiene con ello el primer potencial de línea P1 (más bajo), y el segundo extremo de línea 9 es el polo positivo del generador fotovoltaico 6 y tiene con ello el segundo potencial de línea P2 (más alto). A los extremos de línea 7, 9 está conectado un inversor 11. La tensión U_0 entre los extremos de línea 7, 9 tiene en caso de operación bajo carga por ejemplo el valor citado de aproximadamente 500 V.

30 Conforme a la figura 1, la instalación fotovoltaica 1 opera de forma ligada a potencial, es decir el potencial de línea negativo P1 es puesto a tierra 13, es decir al potencial de tierra, y el potencial de línea positivo P2 es, correspondientemente al número de células fotovoltaicas conectadas en serie de ambas líneas 5, de aproximadamente 500 V bajo carga.

35 La desventaja básica de este circuito según la figura 1 es que, debido a la unión del polo negativo 7 a tierra, tiene una elevada afinidad para "atraer" rayos. Deben tomarse por ello amplias medidas de previsión para evitar una incidencia de un rayo. Ya que esto llevaría a una destrucción del inversor. Esto puede estar ligado a un daño de varios cientos de miles de euros en instalaciones grandes. Alternativamente pueden estar previstos costosos descargadores de sobretensiones, que encarecen la instalación 1. Además de ello, las partes conductoras de electricidad deben estar bien protegidas frente al contacto de una persona. Existe el riesgo de una descarga eléctrica cuando una persona situada sobre el suelo toca partes de conexión o conductoras con por ejemplo la máxima tensión de línea U_0 . Todas las partes montadas en la instalación 1 y no aisladas deben ser puestas a tierra.

40 Se ha reconocido ahora que en instalaciones 1 grandes puede fluir una corriente muy pequeña, pero mensurable, desde los módulos 3 individuales hacia tierra 13, y que aún así en los módulos 3 tampoco se ha determinado un daño apreciable tras un funcionamiento normal durante un tiempo largo.

45 El segundo circuito 1 mostrado en la figura 2 comprende, con el fin de simplificar la representación, en el generador fotovoltaico 6 sólo una línea 5 de módulos 3 conectados en serie. Esta instalación fotovoltaica 1 aminora el riesgo de incidencia de un rayo y evita el riesgo de una descarga eléctrica para personas, pero lleva asociada en contraposición otra desventaja. En el caso mostrado de operación así denominada libre de potencial de la instalación fotovoltaica 1, a cada uno de los dos extremos de línea 7, 9 está aplicada en módulo aproximadamente la misma tensión respecto a tierra 13. El potencial de línea positivo P2 en caso de operación sin carga ($U_0 = 800$ V) tiene un valor en el ejemplo considerado de aproximadamente +400 voltios respecto a tierra 13, y el potencial de línea negativo P1 tiene un valor de aproximadamente -400 voltios respecto a tierra 13. Estas tensiones respecto a tierra 13, a pesar estar operando de forma libre de potencial, se producen debido a un valor de conductancia (= inverso de la resistencia óhmica) relativamente pequeño pero no despreciable de las líneas de unión relativamente largas entre los módulos 3 (cableado de la instalación 1) y las líneas dirigidas hacia el inversor 11. En una representación de diagrama eléctrico equivalente, el pequeño valor de conductancia está simbolizado por una resistencia 14, que lleva aproximadamente del centro de la conexión en serie 5 de los módulos 3 a la tierra 13. A través de ello, descargas parásitas hacia tierra 13 adoptan valores de una magnitud finita, y se establece la

distribución de potencial anteriormente citada de +400 V, -400 V respecto a tierra 13, ya que es la más ventajosa energéticamente para la instalación total 1.

5 El documento DE 202006008936 U1 da a conocer una instalación fotovoltaica con una pluralidad de módulos fotovoltaicos, que están unidos formando al menos una línea y forman así un generador fotovoltaico, cuyo primer extremo de línea forma un polo negativo y cuyo segundo extremo de línea forma un polo positivo, y con una fuente de tensión para la elevación de tensión, mediante la cual es elevado el potencial del polo positivo respecto a tierra, en que la fuente de tensión tiene un polo de conexión negativo y un polo de conexión positivo, y en que el polo de conexión negativo está puesto al potencial de tierra y el polo de conexión positivo está unido eléctricamente al polo negativo del generador fotovoltaico.

10 La invención se ha planteado la tarea de generar seguridad frente a una incidencia de un rayo.

En una estructuración, debe conseguirse una protección de personas frente a una descarga eléctrica. En otra realización, debe conseguirse el reconocimiento de un robo.

15 La citada tarea es resuelta conforme a la invención mediante una instalación fotovoltaica, que está equipada con una pluralidad de módulos fotovoltaicos, que están unidos eléctricamente formando al menos una línea y forman así un generador fotovoltaico, cuyo primer extremo de línea forma un polo negativo y cuyo segundo extremo de línea forma un polo positivo, y con un dispositivo para la elevación de tensión, mediante el cual es elevado el potencial del polo positivo respecto a tierra, en que el dispositivo es una fuente de tensión con un polo de conexión negativo y con un polo de conexión positivo, y en que el polo de conexión negativo está puesto al potencial de tierra y el polo de conexión positivo

20 – está unido eléctricamente al polo positivo (figura 3) del generador fotovoltaico.

Aquí se procede por lo tanto del siguiente modo:

En vez de poner a tierra el polo negativo, como es habitual en el estado de la técnica según la figura 1, aquí el polo positivo es elevado a un nivel deseado (por ejemplo a 1000 V), y el polo negativo flota correspondientemente a los parámetros de operación del inversor libre de potencial conectado por regla general.

25 Aquí hay que resaltar lo siguiente: cuanto más próximo al potencial de tierra se encuentre un elemento conductor de corriente (cable, módulo fotovoltaico), tanto mayor será la probabilidad de incidencia de un rayo. En la invención, los elementos conductores de corriente son llevados a un potencial comparativamente más alto, de modo que se reduce el riesgo de incidencia de un rayo.

30 Como fuente de tensión está prevista una fuente de tensión constante. De todos modos, puede emplearse en principio también una fuente de corriente continua constante. Ésta puede introducir una intensidad de corriente constante de entre 0,5 mA y 1500 mA. El flujo de electrones que se pierde por difusión a través del aire es del orden de magnitud de 1 mA. Este flujo de corriente es compensado por la fuente de corriente constante.

35 El dispositivo para la elevación de tensión es por lo tanto una fuente de tensión constante con un polo de conexión negativo y con un polo de conexión positivo, en que el polo de conexión negativo está puesto al potencial de tierra y el polo de conexión positivo está unido eléctricamente al polo positivo del generador fotovoltaico. Esta medida ofrece la ventaja de que debido a la resistencia interna en teoría infinitamente grande de la fuente de tensión, se conserva la propiedad de la variante libre de potencial, pero adicionalmente se reduce la probabilidad de incidencia de un rayo.

40 La tarea adicional de protección de personas frente a una descarga eléctrica y el reconocimiento de un robo puede ser resuelta mediante la aplicación de una señal a un polo de conexión del generador fotovoltaico. En tanto que una señal es aplicada y un receptor correspondiente está igualmente conectado, éste recibirá una señal de la firma del generador fotovoltaico. Si es separada por ejemplo una de entre varias líneas, la firma del generador fotovoltaico variará. Una variación así puede ser reconocida por el receptor, y una señal correspondiente puede ser transmitida a una central de aviso de robos. Igualmente, la variación de la firma puede ser también provocada por el hecho de que en caso de fallo, una línea eléctrica conductora de corriente entrará en contacto con un elemento conductor, tal como por ejemplo con un soporte metálico. En tanto que éste, como es habitual en el estado de la técnica, no esté

45 puesto a tierra, estará entonces sometido a tensión y representa un riesgo para las personas.

50 Para generar una señal fácilmente evaluable, en la red de cableado pueden estar montados componentes individuales activos o pasivos, que trabajan como moduladores de señales y modulan en frecuencia, fase y amplitud y transmiten la señal aplicada. Las señales recibidas por el receptor son evaluadas entonces como firma de la configuración de la instalación fotovoltaica en forma de una respuesta a escalón del sistema o como patrón de interferencia con la señal original.

Para mejorar la fiabilidad del reconocimiento de patrones en la evaluación de la señal, pueden estar distribuidos diversos emisores en la red de conducción, que a su vez se comunican con los moduladores a ellos asignados y

registrar respuestas a escalón o respectivamente patrones de interferencia y los comparan con patrones almacenados. Los resultados son enviados entonces a través de la red de conducción a un receptor central.

5 La puesta en riesgo anteriormente abordada de personas puede ser tratada en particular mediante el recurso de que es detectada la intensidad de corriente en la unión entre el potencial de tierra y uno de los polos de la instalación fotovoltaica. Si la intensidad de corriente supera un valor límite de intensidad de corriente prefijado (análogamente a un interruptor diferencial), justamente esta unión es cortada, para llevar al generador fotovoltaico a un estado libre de potencial, es decir no ligado. La unión de potencial anteriormente descrita respecto a tierra es eliminada con ello, y puede partirse de un estado de operación sin riesgo para las personas.

10 Conforme a otra estructuración está previsto por ello que la instalación tenga un interruptor, que en caso de una intensidad de corriente, detectada entre el generador fotovoltaico y el potencial de tierra, superior a un valor límite de intensidad de corriente prefijado, corta la fuente de tensión respecto a la instalación fotovoltaica o corta la fuente de tensión respecto al potencial de tierra (figura 3).

Sigue la descripción de dos ejemplos de realización conforme a la invención, en que primeramente se trata otra vez el estado de la técnica. Muestran:

- 15 la figura 1 el esquema de una instalación fotovoltaica ligada a potencial según el estado de la técnica,
- la figura 2 el esquema de una instalación fotovoltaica libre de potencial según el estado de la técnica y
- la figura 3 el esquema de una instalación fotovoltaica con potencial elevado.

Para componentes iguales se emplean las mismas referencias.

20 Como se ha citado, en las figuras 1 y 2 está representado el esquema de una instalación fotovoltaica (instalación FV) 1 ligada a potencial o respectivamente libre de potencial. Se ha tratado ya brevemente esto en la parte introductoria. La instalación FV 1 comprende un número de módulos fotovoltaicos 3, en lo que sigue denominados abreviadamente módulos, que están conectados en serie entre sí. Los módulos 3 forman conjuntamente una línea 5, que tiene eléctricamente un primer extremo de línea 7, que representa el polo negativo del generador fotovoltaico 6 y está a un potencial de línea negativo P1. Pueden estar conectadas en paralelo varias líneas 5. La línea 7 tiene un
25 segundo extremo de línea 9, que está a un potencial de línea positivo P2. La tensión aplicada entre los extremos de línea 7, 9 está designada por U_0 . A los extremos de línea 7, 9 está aplicado un inversor 11 libre de potencial, que convierte la corriente continua suministrada por los módulos 3 en corriente alterna y está disponible para la alimentación a una red de suministro (no mostrada). El concepto "libre de potencial" quiere decir aquí que el inversor 11 está libre del potencial de tierra, es decir no está ligado a tierra 13. No tiene con ello ni una unión positiva ni
30 negativa con tierra 13.

Conforme a la figura 1, la instalación fotovoltaica 1 opera de forma ligada a potencial, es decir el potencial de línea negativo P1 está puesto al potencial de tierra 13 en el primer extremo de línea 7. El potencial de línea positivo P2 es entonces igual a la tensión U_0 aplicada a través de las líneas 5 y corresponde en caso de operación sin carga a por ejemplo 800 voltios. La instalación fotovoltaica 1 mostrada en la figura 2 muestra por el contrario la operación libre
35 de potencial de una instalación fotovoltaica 1. A cada uno de los dos extremos de línea 7, 9 está aplicada aproximadamente la misma tensión. El potencial de línea positivo P2 tiene en el ejemplo considerado entonces un valor de aproximadamente +400 voltios respecto a tierra 13, y el potencial de línea negativo P1 tiene un valor de aproximadamente -400 voltios respecto a tierra 13. Como el aire no es un aislante perfecto, salen electrones de los módulos 3a sujetos a potencial positivo respecto a tierra 13; los electrones entran en los módulos 3b sujetos a
40 potencial negativo respecto a tierra 13. Esto está representado simbólicamente mediante las flechas 15a. Lo mismo es válido para descargas de cátodos, que están representadas mediante las flechas 17a.

En la figura 3, junto a los componentes y elementos previamente designados 3 hasta 13 está representada una fuente de tensión continua constante 23, que en el ejemplo de realización suministra una tensión de por ejemplo $U_z = 1000$ voltios y tiene un polo de conexión positivo 27 y un polo de conexión negativo 25.

45 Estos 1000 voltios fijan en la figura 3 la tensión en el segundo extremo de tensión de línea 9 a un potencial de línea positivo P2 de justamente estos 1000 voltios, en que el potencial de línea negativo P1 flota. Si se resta la tensión U_0 aplicada a través de la línea 5 de $U_z = 800$ voltios, resulta un potencial de línea P1 en el primer extremo de línea 7 de más 200 voltios en caso de operación sin carga y de más 500 voltios en caso de operación bajo carga. El potencial de línea P1 es aquí por lo tanto positivo, lo que es particularmente significativo. Esto quiere decir que todos
50 los módulos FV 3 están a un potencial positivo respecto a tierra 13, y los electrones son derivados desde cada módulo positivo 3 hacia tierra 13.

Además de ello, incluso el módulo 3 dibujado abajo está a un potencial positivo respecto a tierra 13. Con ello, se reduce el riesgo de incidencia de un rayo.

Se ha citado que el dispositivo 23 para la elevación del potencial es aquí una fuente de tensión continua constante. Aquí debe asegurarse: cuanto mayor sea la tensión adicional U_z de la fuente de tensión constante 23, tanto mayor será la seguridad frente a la incidencia de un rayo.

Estos mismos efectos aparecen también cuando el dispositivo 23 es una fuente de corriente continua constante.

- 5 La instalación 1 representada en la figura 3 contiene también medios para la protección de personas en forma de un interruptor de protección 31 o de un interruptor de protección alternativo 31A. Con ello, una persona está protegida en caso de tocar una parte de la instalación 1. El interruptor 31 o respectivamente 31A está colocado de tal modo que desconecta la fuente de tensión constante 23 al alcanzarse un valor límite de intensidad de corriente i^* prefijado. Es decir, en adelante ya no fluye ninguna intensidad de corriente i a través del cuerpo de la persona en riesgo. El valor de intensidad de corriente i^* para la intensidad de corriente de fuga i máxima admisible puede ser de por ejemplo 20 mA. Por supuesto, puede emitirse también adicionalmente una señal de alarma a.

- 15 Con otras palabras: para evitar la puesta en riesgo de personas, se emplea un interruptor de protección 31 – o alternativamente un interruptor de protección 31A -. Éste sirve para cortar en un punto cualquiera la unión entre tierra 13 y uno de los polos 27 de la fuente de tensión continua 23. Tiene la función de un interruptor diferencial de protección. En el caso presente, sin embargo, no se emplea un interruptor diferencial así. Antes bien, en la línea eléctrica está dispuesto un sensor o elemento medidor de intensidad de corriente 33, que mide la intensidad de corriente i y suministra un valor de medida correspondiente a un elemento comparador 35. Éste está cargado con el valor límite de intensidad de corriente i^* prefijado. Si la intensidad de corriente i supera el valor límite i^* , es emitida una señal de desconexión p , que lleva a la desconexión del interruptor 31 o respectivamente 31A.

- 20 Esta señal de desconexión p puede servir al mismo tiempo también como señal de alarma a, para indicar el estado de riesgo de la instalación 1 o la puesta en riesgo de una persona.

Lista de referencias

- | | | |
|----|-----------|--|
| | 1 | Instalación fotovoltaica |
| 25 | 3, 3a, 3b | Módulo fotovoltaico |
| | 5 | Línea |
| | 6 | Generador fotovoltaico |
| | 7 | 1 ^{er} extremo de línea |
| | 9 | 2 ^o extremo de línea |
| 30 | 11 | Inversor |
| | 13 | Fuente de tensión |
| | 15a, 15b | Descargas de módulo a módulo |
| | 17a, 17b | Descargas de módulo a tierra |
| | 23 | Fuente de tensión |
| 35 | 25 | Polo de conexión negativo |
| | 27 | Polo de conexión positivo |
| | 29 | Descargas de módulo a tierra |
| | 31 | Interruptor de protección |
| | 31A | Interruptor de protección alternativo |
| 40 | 33 | Elemento medidor o sensor de intensidad de corriente |
| | 35 | Elemento comparador |
| | P1 | Potencial de línea negativo |
| | P2 | Potencial de línea positivo |

	Uo	Tensión del generador FV 6
	Uz	Tensión adicional
	i	Intensidad de corriente
	p	Señal de desconexión
5	i*	Intensidad de corriente máxima admisible
	a	Señal de alarma

REIVINDICACIONES

- 5 1. Instalación fotovoltaica (1) con una pluralidad de módulos fotovoltaicos (3), que están unidos eléctricamente formando al menos una línea (5) y forman así un generador fotovoltaico (6), cuyo primer extremo de línea (7) forma un polo negativo y cuyo segundo extremo de línea (9) forma un polo positivo, y con un dispositivo (23) para la elevación de la tensión, mediante el cual el potencial (P2) del polo positivo es elevado respecto a tierra (13), en que el dispositivo (23) es una fuente de tensión con un polo de conexión negativo (25) y con un polo de conexión positivo (27), y en que el polo de conexión negativo (25) está puesto al potencial de tierra (13) y el polo de conexión positivo (27) está unido eléctricamente al polo positivo del generador fotovoltaico (6).
- 10 2. Instalación fotovoltaica (1) según la reivindicación 1, caracterizada porque la fuente de tensión (23) es una fuente de tensión constante con tensión prefijada (Uz).
3. Instalación fotovoltaica (1) según la reivindicación 1 ó 2, caracterizada porque el primer y el segundo extremo de línea (7, 9) del generador fotovoltaico (6) están conectados a un inversor (11) libre de potencial.
4. Instalación fotovoltaica (1) según la reivindicación 2, 3 ó 4, caracterizada porque la fuente de tensión constante (23) pone a disposición una tensión (Uz) entre 150 voltios y 1500 voltios.
- 15 5. Instalación fotovoltaica (1) según una de las reivindicaciones 1 hasta 4, caracterizada porque una señal es aplicada a los polos de conexión (27, 28) del generador fotovoltaico (6).
6. Instalación fotovoltaica (1) según una de las reivindicaciones 2 hasta 4 y la reivindicación 5, caracterizada porque la señal aplicada es aplicada mediante la fuente de tensión constante (23).
- 20 7. Instalación fotovoltaica (1) según una de las reivindicaciones 2 hasta 4 y la reivindicación 5, en que la instalación (1) posee un sistema de cables, caracterizada porque la señal aplicada es modulada con al menos un componente activo o pasivo distribuido dentro del sistema de cables.
8. Instalación fotovoltaica (1) según una de las reivindicaciones 4 hasta 7, caracterizada porque en ella se encuentra al menos un receptor para la evaluación de una señal recibida, en particular de la señal aplicada o de una señal reflejada.
- 25 9. Instalación fotovoltaica (1) según la reivindicación 8, caracterizada porque el al menos un receptor se encuentra en los polos de conexión de la instalación fotovoltaica (1).
10. Instalación fotovoltaica (1) según las reivindicaciones 8 ó 9, caracterizada porque el receptor examina la al menos una señal recibida en cuanto a desviaciones respecto a un patrón almacenado y en caso de desviaciones emite una señal de alarma.
- 30 11. Instalación fotovoltaica (1) según la reivindicación 10, caracterizada porque la señal aplicada está escogida de tal modo que la señal recibida varía en caso de una variación del conexionado de la instalación fotovoltaica (1).
12. Instalación fotovoltaica (1) según una de las reivindicaciones 8 hasta 11, caracterizada porque el al menos un receptor recibe señales digitales desde el al menos un componente activo o pasivo, en las cuales están codificadas informaciones acerca de estados de conexionado y operación, de modo que en caso de un desvío del conexionado es emitida una señal de alarma.
- 35 13. Instalación fotovoltaica (1) según una de las reivindicaciones 10 hasta 12, caracterizada porque la señal de alarma es transmitida a una central de señalización de alarmas.
14. Instalación fotovoltaica (1) según una de las reivindicaciones 10 hasta 13, caracterizada porque la señal de alarma es transmitida a un dispositivo de aviso, que indica el estado de operación de la instalación fotovoltaica (1) y/o el grado de riesgo para personas.
- 40 15. Instalación fotovoltaica (1) según una de las reivindicaciones 1 hasta 14, caracterizada por un interruptor (31, 31A), que en caso de una intensidad de corriente (i), detectada entre el generador fotovoltaico (6) y el potencial de tierra (13), superior a un valor límite de intensidad de corriente (i*) prefijado corta la fuente de tensión (23) respecto a la instalación fotovoltaica (1) o corta la fuente de tensión (23) respecto al potencial de tierra (13).

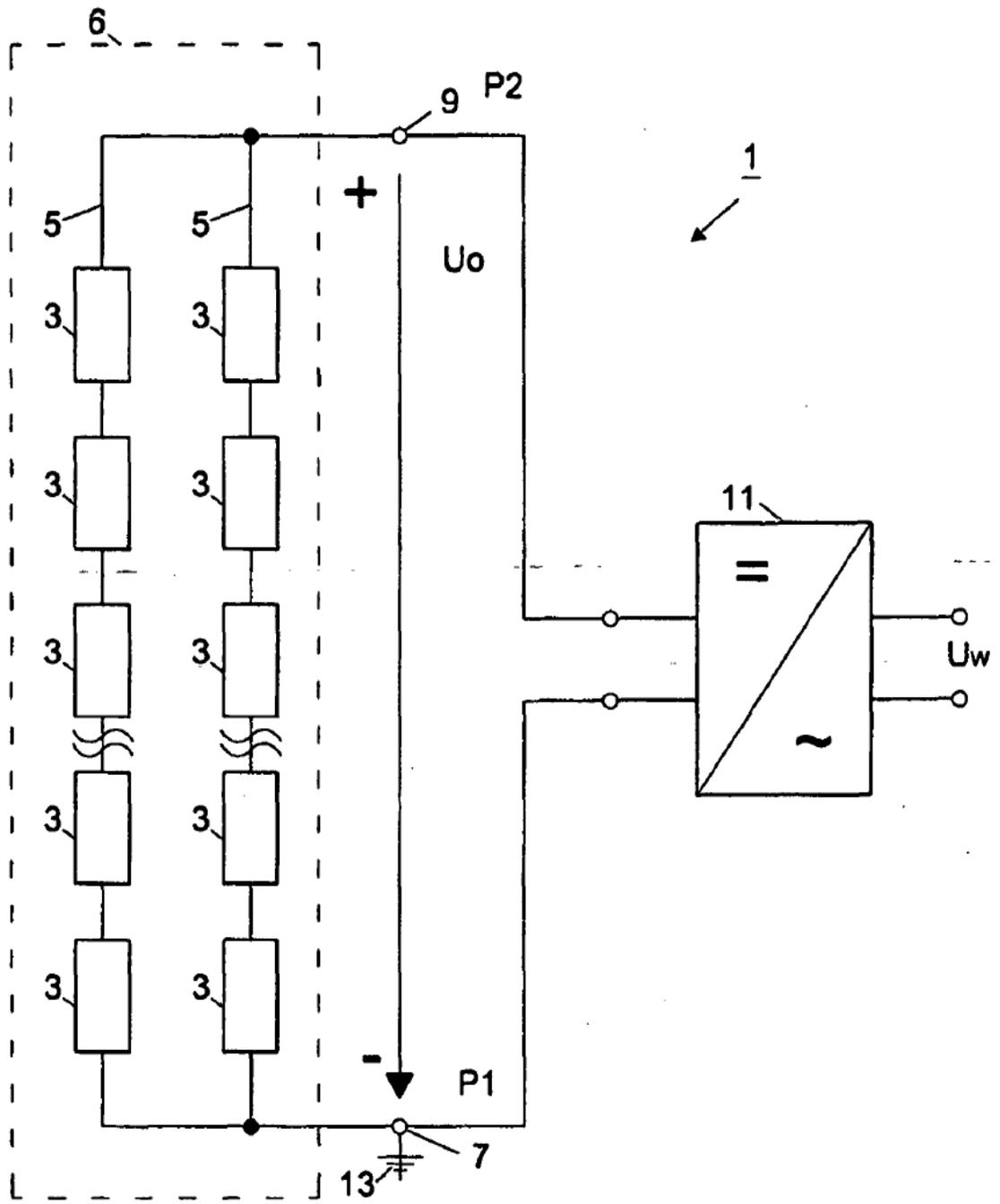


Fig. 1

Técnica anterior

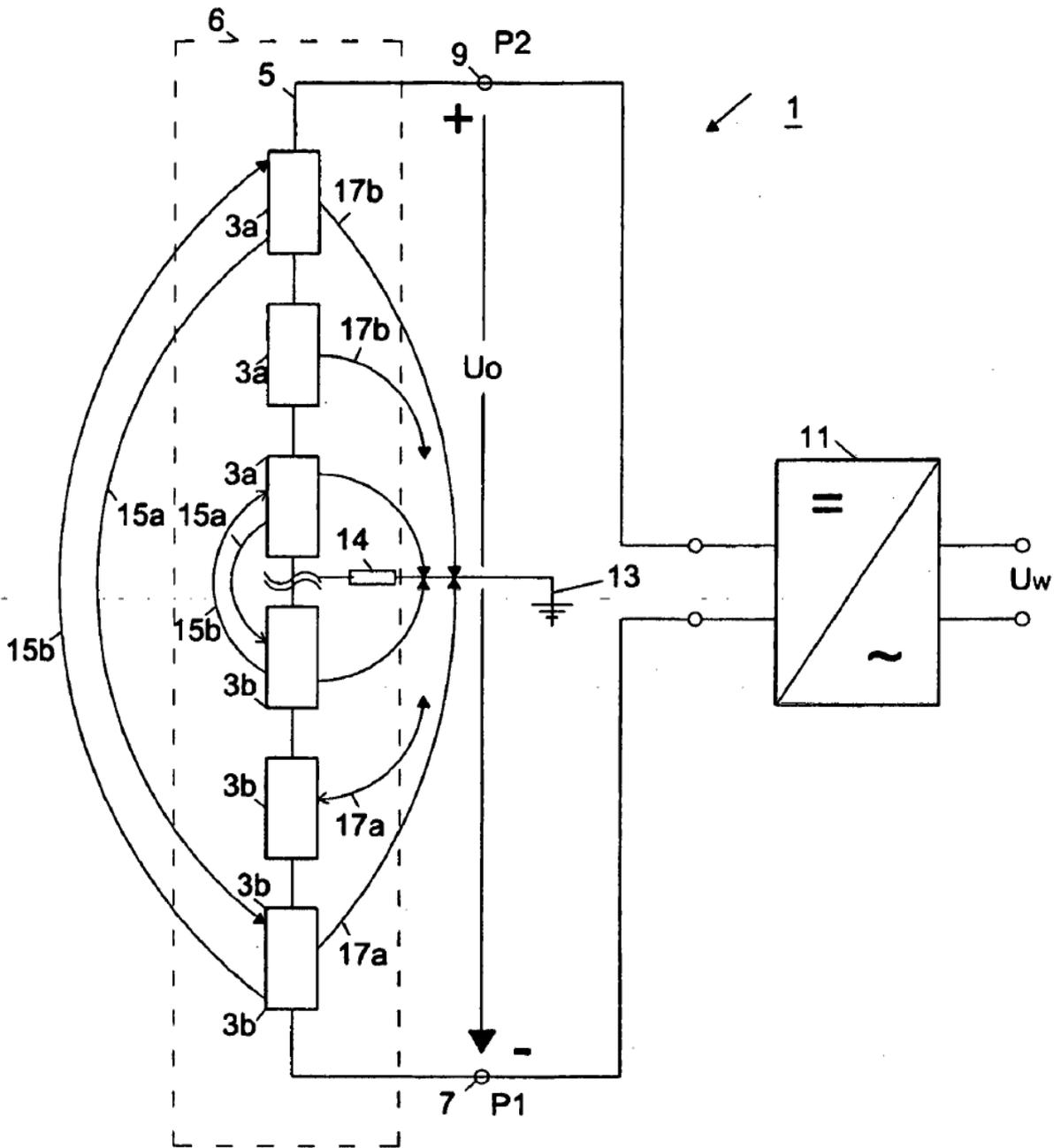


Fig. 2
Técnica anterior

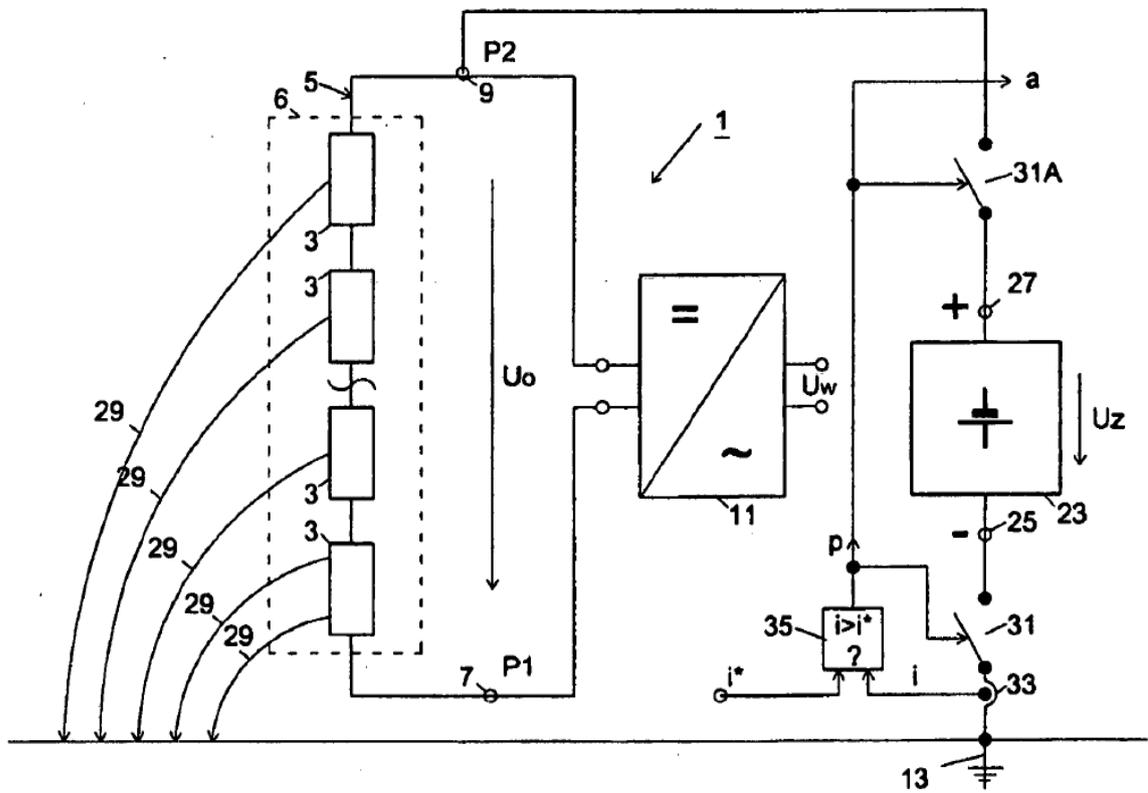


Fig. 3