

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 630 111**

51 Int. Cl.:

C25B 15/00 (2006.01)

C25B 9/04 (2006.01)

C25B 9/18 (2006.01)

C25B 1/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.02.2014** **PCT/EP2014/053947**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.09.2014** **WO14146885**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.02.2014** **E 14711701 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.03.2017** **EP 2956572**

54 Título: **Pila de electrólisis y electrolizador**

30 Prioridad:

19.03.2013 DE 102013204758
21.08.2013 EP 13181180

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.08.2017

73 Titular/es:

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE

72 Inventor/es:

HAHN, ALEXANDER;
HEROLD, JOCHEN y
WEIDAUER, JENS

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 630 111 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

Pila de electrólisis y electrolizador

5 La presente invención hace referencia a una pila de electrólisis para un electrolizador con varias células de electrólisis y varios medios de conmutación, que se encuentra dividido eléctricamente en varios segmentos que se pueden cortocircuitar eléctricamente utilizando los medios de conmutación y que abarcan una cierta cantidad de células electrolíticas. Además la presente invención hace referencia a un electrolizador con este tipo de pila de electrólisis. Además la presente invención hace referencia a un sistema de alimentación de energía con tal electrolizador y con una fuente de energía renovable conectada con el electrolizador.

10 Un electrolizador es conocido (<http://de.wikipedia.org/wiki/Elektrolyseur> consultado el 15/07/2013) y es un dispositivo, que con la ayuda de corriente eléctrica produce la separación de átomos de un compuesto (electrólisis). Correspondientemente a la diversidad de las diferentes electrólisis también existen una variedad de electrolizadores, como por ejemplo un electrolizador para la electrólisis de hidrógeno.

En este tipo de electrolizadores para una electrólisis de hidrógeno, es conocido aquí un electrolizador alcalino o un electrolizador ácido o electrolizador PEM, se descompone agua en hidrógeno y oxígeno.

15 Consideraciones actuales (<http://de.wikipedia.org/wiki/EE-Gas>, consultado el 15/07/2013) conllevan a que con la energía sobrante de las fuentes de energía renovables, como en los tiempos de energía solar excedente o de la generación de energía eólica con las correspondientes instalaciones, se utilice electrólisis, por ejemplo para fabricar el llamado gas P2G.

20 Mediante lo mencionado un electrolizador (de electrólisis de hidrógeno) conectado a energías renovables produce con la ayuda de las mencionadas energías primeramente hidrógeno, que posteriormente es utilizado en una reacción de Sabatier junto a dióxido de carbono para la producción de metano. El metano puede ser alimentado en una red de gas natural existente y posibilita el almacenamiento y un transporte de energía al consumidor y puede así alivianar la red eléctrica. De forma opcional el hidrógeno producido por el electrolizador (de electrólisis de hidrógeno) puede ser utilizado directamente, por ejemplo para una célula de combustible.

25 Un electrolizador consta usualmente de varias células electrolíticas, conectadas eléctricamente en serie, reunidas en una pila de electrólisis o de varias pilas de electrólisis conectadas en serie o en paralelo. La cantidad o el tipo de células electrolíticas así como su conexión determinan una curva característica específica (U-I-) del electrolizador.

30 Una célula electrolítica a su vez está compuesta por un ánodo y un cátodo. En el caso de una célula electrolítica alcalina, entre el ánodo y el cátodo se encuentra un electrolito, generalmente potasa cáustica, y un separador. En el caso de una célula electrolítica PEM entre el ánodo y el cátodo se encuentra una membrana polimérica electrolítica estanca al gas.

El electrolizador requiere corriente continua para su funcionamiento.

35 En una alimentación de energía de un electrolizador mediante una red de corriente alterna o trifásica se requiere la utilización de un convertidor. Mediante el convertidor se puede regular la altura de curva de la corriente continua y de esta manera ajustar un punto de trabajo del electrolizador de acuerdo a su curva característica.

En la alimentación con energía eléctrica de un electrolizador mediante una fuente de energía renovable, es decir aquí el electrolizador y la fuente de energía renovable se encuentran conectados a través de una barra de distribución de corriente continua conjunta, la operación del electrolizador también puede efectuarse sin la utilización de un convertidor como medio de control.

40 Por ejemplo un electrolizador puede ser conectado a través de una barra de distribución de corriente continua directamente en la alimentación de corriente continua de un campo fotovoltaico (campo PV), es decir en generadores de PV con módulos de PV interconectados, sin que una conexión de –en este caso– un inversor fotovoltaico se encuentre en la red eléctrica.

45 Si un electrolizador se encuentra unido mediante la barra de distribución de corriente continua conjunta con una fuente de energía renovable /fuente de corriente continua, por ejemplo el campo de PV (también es posible un generador de corriente continua de una central eólica (en adelante denominada simplemente central eólica)), aparece en la barra de distribución de corriente continua conjunta un punto de operación conjunto de la fuente de energía renovable y el electrolizador.

Este punto de operación común del electrolizador y de la fuente de energía renovable/campo de PV/central eólica (ambos denominados en adelante únicamente como sistema de suministro de energía), resulta, como es ilustrado en la figura 1, como un punto de intersección de una curva característica específica I-U (curva de trazo continuo; corriente I y tensión U, en adelante simplemente curva característica) de la fuente de energía renovable/campo PV con la curva característica I-U (curva punteada; corriente I y tensión U) del electrolizador.

En lo mencionado la curva característica de la fuente de energía renovable, así como del campo PV o de la central eólica, no es fija, sino es influenciada por los parámetros del entorno. Así por ejemplo la curva característica del campo PV depende de la intensidad de la radiación solar en el campo de PV, la temperatura del entorno del campo PV, la superficie de células PV con las que es operado el campo PV, así como del propio desgaste físico del campo PV.

Los parámetros del entorno correspondientes que influyen la curva característica también son conocidos en otras fuentes de energía renovable, como por ejemplo la intensidad del viento en una central eólica.

Como también se identifica en la figura 1, la curva característica presenta en -en este caso- el campo PV un punto, el denominado MPP (punto de máxima potencia), en el que el campo PV o la fuente de energía renovable suministra la máxima potencia ("rendimiento máximo"). También este MPP se desplaza con las modificaciones de los parámetros del entorno.

Se debe procurar operar la fuente de energía renovable -para su posible máxima potencia- en el sector de su MMP (bajo los parámetros cambiantes del entorno). Dicho con otras palabras, el punto de operación y el MPP en lo posible deberían coincidir.

Si la fuente de energía renovable se encuentra conectada a través de la barra de distribución de corriente continua con el electrolizador y así a través de la barra de distribución de corriente continua surge el punto de operación común de la fuente de energía renovable y el electrolizador -como intersección de ambas curvas características-, entonces también aquí es deseable que el punto de operación común se encuentre en la zona del (cambiante) MPP de la fuente de energía renovable y con esto en la zona del máximo de rendimiento de la fuente de energía.

Un ajuste u homologación del punto de operación común para una operación óptima de la fuente de energía renovable y del electrolizador o del sistema de suministro de energía, puede, como es conocido, lograrse mediante un convertidor DC-DC. Sin embargo aquí la desventaja es que un convertidor DC-DC de este tipo es o puede ser de alto coste y susceptible a fallos.

De la patente US 2011/200899 A1 se conoce una pila de electrólisis con varias células electrolíticas, que se divide eléctricamente en diversas pilas (individuales) que abarcan una cantidad determinada de células electrolíticas separadas, delimitadas mecánicamente, autónomas, que se pueden conmutar eléctricamente utilizando medios de conmutación.

Debido a lo mencionado la invención tiene por objeto proponer un electrolizador, que supera las desventajas conocidas del estado de la técnica. Especialmente la presente invención debe permitir en un sistema de suministro de energía del tipo arriba mencionado que la operación de este electrolizador suceda de ser posible muy próxima al MPP de la fuente de energía renovable.

El objeto de la presente invención se soluciona mediante una pila de electrólisis para un electrolizador con varias células electrolíticas y varios medios de conmutación según la reivindicación 1, un electrolizador según la reivindicación 8 así como un sistema de suministro de energía con un electrolizador de este tipo y una fuente de energía renovable conectada con el electrolizador según la reivindicación 10.

En la pila de electrólisis objeto de la invención con varias células electrolíticas y con varios medios de conmutación se prevé que esta se encuentre dividida eléctricamente en varios segmentos que se puedan cortocircuitar mediante la utilización de conmutadores, que abarque una cantidad determinada de células electrolíticas ("pila de electrólisis compartimentada (conmutable)").

Además se prevé que el medio de conmutación o el conmutador se encuentre en contacto térmico con un medio de segmentación que permite la compartimentación, por ejemplo con una placa de derivación de corriente introducida en la pila de electrólisis.

En un electrolizador objeto de la invención se prevé al menos una pila de electrólisis de este tipo -con segmentos que se pueden cortocircuitar- (electrolizador con pila de electrólisis (conmutable) compartimentada).

En el electrolizador también pueden preverse varias pilas de electrólisis de este tipo, que presentan segmentos que se pueden cortocircuitar. Estos se pueden conmutar/conectar en paralelo y/o en serie (electrolizador con pila de electrólisis (conmutable) compartimentada).

5 En un electrolizador objeto de la invención adicional se prevé que varias pilas de electrólisis sean conmutadas en serie a al menos una cadena. Además se prevén aquí medios de conmutación, que utilizando al menos una de las pilas de electrólisis conectada en serie en al menos una cadena o varias pilas de electrólisis conectadas en serie en al menos una cadena puede/n ser cortocircuitado/s eléctricamente ("electrolizador con pilas de electrólisis conmutables").

10 En otro electrolizador objeto de la invención se prevé que varias cadenas, que a su vez presentan varias pilas de electrólisis conectadas en serie, se encuentren conectadas en paralelo. Además aquí también se prevén medios de conmutación, con cuya utilización una de las cadenas o varias de las cadenas se pueda/n conectar o desconectar (eléctricamente) ("electrolizador con cadenas conmutables").

15 El "electrolizador con pilas de electrólisis conmutables" y el "electrolizador con cadenas conmutables" pueden combinarse en una estructura matriz en un electrolizador. Pilas de electrólisis individuales, varias o todas las pilas de electrólisis pueden ser diseñadas aquí también como "pila de electrólisis compartimentada (conmutable)".

En un sistema de suministro de energía objeto de la invención se prevé que el electrolizador objeto de la invención se encuentre conectado a una fuente de energía renovable, como una instalación fotovoltaica o una central eólica.

20 Para la protección del sistema de suministro de energía o del electrolizador, el electrolizador o su cantidad de células electrolíticas pueden estar ajustados de tal manera, que la tensión de servicio máxima de la electrólisis es mayor o igual a la tensión máxima de la fuente de energía renovable.

La presente invención se basa en la consideración o la idea común supraordenada de que mediante una modificación o una variación selectiva de la curva característica (U-I) de un electrolizador, sus puntos de trabajo/de operación son modificables (selectivamente) y con ello regulables (selectivamente).

25 Si de esta manera la curva característica de un electrolizador puede ser diseñada o regulada de manera modificable/variable ("adaptación de potencia"), entonces debido a lo mencionado, es decir mediante la modificación/regulación de la curva característica del electrolizador o debido a su adaptación de potencia, es posible ajustar mutuamente de manera óptima el electrolizador y un sistema operador conectado al mismo, especialmente una fuente de suministro de energía continua, por ejemplo una fuente de energía renovable, de tal manera que el punto de trabajo común de ambos sistemas se encuentra en el rango de la potencia máxima o del MPP del sistema operador conectado al electrolizador (adaptación de la tensión del electrolizador/tensión de la pila de electrólisis y de la tensión del sistema operador del electrolizador o "ajuste de sistema optimizado" debido al punto de trabajo común en el ámbito del MPP del sistema operador del electrolizador), sin que resulte necesaria una electrónica correspondiente, como por ejemplo un transformador, un inversor y/o convertidor DC-DC. Se minimizan así costes y/o riesgos de fallos.

35 Esta flexibilidad lograda por la presente invención en la adaptación de potencia o en el ajuste de la curva característica del electrolizador y con esto el ajuste de sistemas optimizado del electrolizador con otro sistema representa la ventaja de que si el electrolizador es operado por un sistema que suministra energía eléctrica, su curva característica también varía especialmente debido a parámetros de entorno variables, como por ejemplo en fuentes de energía renovables.

40 Esta modificación/variación/ajuste objeto de la invención de la curva característica puede ser realizada –explicado de forma sencilla e ilustrativa- porque la pila de electrólisis de un electrolizador presenta segmentos que se pueden conmutar individualmente, en donde debido a la conmutación de un segmento de este tipo el mismo se puede cortocircuitar o puentear eléctricamente ("pila de electrólisis compartimentada (conmutable)").

45 Si se modifica -mediante la respectiva conmutación- mediante uno o varios segmentos de la pila de electrólisis en cortocircuito o puenteados la cantidad de células electrolíticas "activas" en la pila de electrólisis, entonces debido a lo mencionado también se modifica la curva característica del electrolizador y también así sus puntos de trabajo. Expresado de otra manera, se puede modificar específicamente la tensión de la pila de electrólisis.

50 Esta modificación/variación/regulación objeto de la invención de la curva característica también puede ser realizada –también expresado de manera simplificada e ilustrativa- porque en un electrolizador con varias pilas de electrólisis conectadas en serie a una cadena, una o varias de estas pilas de electrólisis se pueden cortocircuitar o puentear eléctricamente ("electrolizador con pilas de electrólisis conmutables").

Si se modifica –mediante la respectiva conmutación- con la pila de electrólisis cortocircuitado/puenteado la cadena, la cantidad de células electrolíticas “activas” en el electrolizador, entonces también se modifica su curva característica y así también sus puntos de trabajo. Expresado de otra manera, la tensión del electrolizador puede ser modificada específicamente.

5 Además esta modificación/variación/regulación objeto de la invención de la curva característica también puede ser realizada –también expresado de manera simplificada e ilustrativa- porque en un electrolizador con varias cadenas conectadas en paralelo que presentan varias pilas de electrólisis conectadas en serie, una o varias de estas cadenas se pueden conectar/desconectar eléctricamente (“electrolizador con cadenas conectables”/ “conexión/desconexión de cadenas”).

10 Si se modifica –mediante la respectiva conmutación- con la pila de electrólisis conectada/desconectada de la cadena la cantidad de células electrolíticas “activas” en el electrolizador, entonces también se modifica su curva característica y así también sus puntos de trabajo. Expresado de otra manera, la tensión del electrolizador puede ser modificada específicamente.

15 Dado que debido a lo mencionado mediante la presente invención se puede modificar de manera sencilla la curva característica del electrolizador, es posible con esto de manera sencilla y flexible sincronizar óptimamente un electrolizador y una fuente de energía que suministra corriente continua, que acciona el electrolizador, mediante la correspondiente conmutación de los medios de conmutación en la pila de electrólisis/el electrolizador

20 En la presente invención se puede prescindir de electrónica compleja y costosa, como un convertidor DC-DC y otros y posibilita debido a lo mencionado una utilización de bajo coste de la fuente de energía, como por ejemplo una central de energía renovable (central fotovoltaica/eólica), diseñada en tamaño reducido y compacto y además genera mediante la electrólisis en el electrolizador un portador de energía, como por ejemplo hidrógeno.

Resultan desarrollos ventajosos de la presente invención a partir de las reivindicaciones secundarias y/o de las especificaciones subsiguientes.

25 Para realizar esta conexión/desconexión eléctrica de los segmentos o de la pila de electrólisis o de las cadenas para que los mismos se puedan cortocircuitar/puentear/conectar o desconectar, se pueden prever preferentemente interruptores basados en un semiconductor de potencia, especialmente un interruptor semiconductor, p. ej. IGBT. Expresado con otras palabras los medios de conmutación pueden ser preferentemente interruptores basados en semiconductores de potencia, especialmente interruptores semiconductores. Este tipo de interruptores son de eficacia probada, estandarizados y de bajo coste.

30 También se pueden prever interruptores mecánicos o una combinación de interruptores eléctricos y mecánicos.

35 La segmentación en la pila de electrólisis puede realizarse preferentemente mediante la colocación de conexiones de potencia en las placas de electrodos de la pila de electrólisis, especialmente dado el caso placas bipolares modificadas con conductividad transversal suficientemente elevada. De especial preferencia, especialmente si la conductividad transversal de las placas de electrodos es muy reducida, la segmentación se puede producir por la incorporación de placas de derivación de corriente en las pilas de electrólisis.

El medio de segmentación puede servir al mismo tiempo de refrigerante para el medio de conmutación o del interruptor. La pila de electrólisis o el electrolizador así surgido además también resulta de diseño muy compacto.

40 También se puede prever que la cantidad de células electrolíticas de los segmentos puedan variar. Preferentemente se puede prever que la cantidad de células electrolíticas forman una progresión matemática, por ejemplo según la siguiente fórmula,

$$a * (2^x)$$

(donde a= número natural, x= cantidad de segmentos). Mediante lo mencionado se puede adaptar la tensión de la pila de electrólisis de manera flexible, a la vez con una cantidad mínima de segmentos.

45 Por ejemplo si se elige a=1 y x=5, entonces resulta una segmentación de los segmentos o de los grupos de células electrolíticas de a 2, 4, 8, 16 y 32 células electrolíticas. Mediante la conmutación o el cortocircuito/puente de segmentos/grupos de células electrolíticas individuales se pueden sincronizar un total de 32 valores de tensión diferentes a través de la segmentación.

También se puede prever que las pilas de electrólisis presenten una zona compartimentada –con la segmentación– así como con una zona sin segmentación (estática)

Preferentemente se puede prever que la zona compartimentada abarque aproximadamente 1/4 a 1/3, especialmente 1/4 o 1/3 de la pila de electrólisis. Correspondientemente también se puede prever que la zona no compartimentada /estática de la pila de electrólisis abarque aproximadamente 2/3 a 3/4 preferentemente 2/3 o 3/4.

Además se puede prever que la pila de electrólisis presente aproximadamente 100 a 400, pero preferentemente, como es usual, aproximadamente 200 a 300 células electrolíticas.

Para una pila de electrólisis usual con por ejemplo 250 células electrolíticas resulta así una zona compartimentada con aproximadamente 40 a 85 células electrolíticas o una zona estática/no compartimentada de aproximadamente 165 a 210 células electrolíticas.

Para la pila de electrólisis –usual– con por ejemplo 250 células electrolíticas y una tensión celular de aproximadamente 2,2 V resulta entonces en la medición correspondiente de la zona estática/no compartimentada un rango –de regulación– de aproximadamente 300-550 V.

Debido a la segmentación “irregular” (de la zona compartimentada del electrolizador) en combinación con la división del electrolizador en una zona compartimentada y una zona no compartimentada se pueden representar óptimamente los requerimientos de la fuente de energía que suministra al electrolizador y aparece una regulación gradual del sistema integral formado por el electrolizador y la fuente de energía.

Además también se puede prever un electrolizador en el que al menos una pila de electrólisis compartimentada objeto de la invención, especialmente también varias, especialmente pilas de electrólisis compartimentadas objeto de la invención conectadas en paralelo, se encuentren diseñadas junto a pilas de electrólisis no compartimentadas, conectadas especialmente en paralelo. Mientras que en las pilas de electrólisis compartimentadas objeto de la invención pueden presentarse diseñadas aproximadamente con de 100 a 400, especialmente de 200 a 300 células electrolíticas, -debido a lo que se pueden realizar rangos de regulación (de tensión) entre aproximadamente 300 V y 550 V-, puede ser conveniente diseñar en una pila de electrólisis no compartimentada aproximadamente con de 10 a 20 células electrolíticas. Esta entonces puede ser operado con una tensión entre 20 V y 50 V.

Además en un electrolizador también se puede prever un dispositivo de registro para el registro de las horas de funcionamiento de al menos algunas de las pilas de electrólisis.

Además el dispositivo de registro también puede estar configurado para registrar datos referentes a la potencia, como por ejemplo la potencia activa o datos relacionados, como por ejemplo la tensión DC y una corriente DC de la fuente de energía o el volumen de producción de hidrógeno/célula electrolítica.

Además la unidad de registro también puede estar configurada para registrar parámetros de entorno, especialmente de la fuente de energía como por ejemplo la irradiación o la temperatura de la central PV.

Además la unidad de registro puede estar configurada para determinar un MPP actual de la curva característica de la fuente de energía.

También puede estar prevista una unidad de control para el control de los medios de conmutación y así para los cortocircuitos/conexión/desconexión o puenteo de los segmentos/pilas de electrólisis/cadenas, en donde la unidad de medio de control puede estar configurada de manera que el control (de los medios de conmutación) a través de la unidad de control se produce debido a los datos de medición y/o independientemente de la cantidad de horas de funcionamiento registradas y/o del MPP actual registrado.

Especialmente así basados en las horas de funcionamiento registradas, se puede lograr un cortocircuito/una conexión/desconexión o puenteo “uniforme”, expresado de manera sencilla y precisa una activación uniforme, a través de todos o el segmento/pila de electrólisis/cadenas y con esto permitir un desgaste uniforme (de piezas).

Debido a lo mencionado se puede prolongar la vida útil del electrolizador.

Preferentemente el electrolizador es un electrolizador alcalino o un electrolizador ácido o un electrolizador PEM. El electrolizador puede ser conectado directamente a cualquier tipo de fuente de energía. Preferentemente la fuente de energía es una fuente de energía renovable/regenerativa.

La fuente de energía renovable es preferentemente un generador de electricidad regenerativo, especialmente una central fotovoltaica o una central eólica.

5 La descripción anterior de los desarrollos ventajosos de la presente invención contiene varias características, que en parte se reproducen recopiladas en diferentes reivindicaciones secundarias. Sin embargo el especialista puede reconocer convenientemente estas características individualmente y resumirlas en combinaciones adicionales oportunas.

Las propiedades, características y ventajas descritas arriba de la presente invención, así como el modo en cómo estos se logran, resultan claras y comprensibles en relación con la descripción subsiguiente de los ejemplos de realización, que serán explicados en contexto con las figuras.

10 Sin embargo la presente invención no se limita a las combinaciones de características especificadas en los ejemplos de realización, tampoco en referencia a las características funcionales. Así las características apropiadas de cada ejemplo de realización pueden ser consideradas explícitamente de forma aislada, eliminadas de un ejemplo de realización, así como insertas en otro ejemplo de realización para su complementación.

15 Los elementos o componentes de igual o idéntica función/tipo de construcción presentan las mismas referencias en los ejemplos de realización.

Muestran:

FIG 1 un diagrama I-U con las curvas características de una fuente de energía y de un electrolizador,

FIG 2 una pila de electrólisis de un electrolizador según un ejemplo de realización,

20 FIG 3 un circuito equivalente con una fuente de energía renovable y un electrolizador conectado directamente con varias cadenas que a su vez presentan varias pilas electrolíticas según un ejemplo de realización,

FIG 4 un diagrama I-U con la curva característica de una fuente de energía y varias curvas características de un electrolizador en conexión en serie modificada de pilas de electrólisis y

FIG 5 un diagrama I-U con la curva característica de una fuente de energía y varias curvas características de un electrolizador en conexión paralela modificada de cadenas.

25 "pila de electrólisis compartimentada (conmutable) de un electrolizador" (fig. 2)

La figura 2 muestra una de varias pilas de electrólisis 6 conmutables, de idéntica construcción y conectadas en paralelo entre sí, de un –en este caso- electrolizador PEM 2 para la electrólisis de hidrógeno (en adelante simplemente electrolizador 2).

30 El electrolizador 2 se encuentra conectado directamente a una fuente de energía renovable 3, en este caso central fotovoltaica o un campo fotovoltaico (brevemente central PV o campo PV) 3 (no representado), mediante la que es provisto de corriente continua –que provoca la electrólisis de hidrógeno en el electrolizador 2-.

Las pilas de electrólisis 6 se encuentran diseñadas respectivamente o la pila de electrólisis 6 individual representada en la figura 2 se encuentra diseñada por varias células electrolíticas 10 conectadas en serie, aquí un total de 250 células electrolíticas 10.

35 La cantidad total de todas las células electrolíticas 10 del electrolizador 2 es ajustada de manera tal que la tensión de operación máxima de la electrólisis es mayor o igual a la tensión PV máxima del campo PV.

La célula de electrólisis 10 propiamente dicha está formada por un ánodo y un cátodo, diseñados como placas bipolares¹⁵, así como por una membrana polimérica electrolítica dispuesta entre las mismas.

40 Como también se visualiza en la figura 2, la pila de electrólisis 6 presenta una zona compartimentada 16 así como una zona no compartimentada, estática 17 con células electrolíticas 10 concentradas allí, en donde la zona compartimentada abarca aproximadamente un 25 % de la pila de electrólisis 6, es decir el 25 % de todas las células electrolíticas 10 de la pila de electrólisis 6.

45 En la zona compartimentada 16 de la pila de electrólisis 6 se encuentran diseñadas un total de 5 segmentos 13 (grupos/paquetes de células electrolíticas¹³), que agrupan cada uno una cantidad diferente de células electrolíticas 10.

La cantidad de células electrolíticas 10 en el segmento respectivo 13 se calcula según una progresión matemática con la siguiente fórmula (general),

$$a \cdot (2^x)$$

5 (donde a= número natural, x= cantidad de segmentos), en donde aquí significa a = 1 y x= 5 (es decir 5 segmentos 13).

Así se logra la segmentación 13 con los 5 segmentos 13 o los grupos/paquetes de células electrolíticas 13 de 2, 4, 8, 16 y 32 células electrolíticas 10.

10 La segmentación 13 en las células electrolíticas 10 de la zona compartimentada 16 de la pila de electrólisis 6 –en los 5 segmentos con las 2, 4, 8, 16 y 32 células electrolíticas- se realiza mediante las placas de derivación de corriente 14, insertadas en los lugares correspondientes en las pilas de electrólisis 6.

Mediante los interruptores semiconductores 11, aquí como IGBT, cuya conexión o desconexión se puede controlar individualmente y que se encuentran montados directamente en las placas de derivación de corriente 14, los segmentos 13 se pueden cortocircuitar o puentear.

15 En la pila de electrólisis 6 con las 250 células electrolíticas 10 y la segmentación 13 en los cinco segmentos 13 con 2, 4, 8, 16 y 32 grupos de células electrolíticas 13 resulta por ejemplo un rango de regulación/control de aproximadamente 300 V a 550 V.

20 Debido a la respectiva conexión/desconexión o cortocircuito/puente controlados de uno o varios segmento/s 13 (en combinación arbitraria) se puede modificar la cantidad de células electrolíticas "activas" 10 de la pila de electrólisis 6 y con esto la tensión de la respectiva pila de electrólisis 6 (tensión de pila de electrólisis) y en consecuencia también la tensión del electrolizador 2 según las curvas características KL-EL de la figura 4 (modificación/desplazamiento de la curva característica KL-EL) y así adaptar gradualmente la tensión PV. Es decir el punto de trabajo del electrolizador 2 puede ser desplazado hacia el máximo de potencia MPP (punto de máxima potencia) de la fuente de energía 3 que provee al electrolizador 2

25 Si los interruptores semiconductores 11 se encuentran montados directamente en las placas de derivación de corriente 14, entonces la respectiva placa de derivación de corriente 14 sirve simultáneamente como refrigerante para el interruptor semiconductor 11. El ensamblaje así formado es particularmente compacto, no es necesaria aquí una refrigeración del conmutador separada.

30 El control de los interruptores 11, es decir la conexión o desconexión que provoca el puenteo o el cortocircuito de los segmentos 13 es realizado por la unidad de control 8 (no representada).

"Electrolizador con pilas de electrólisis conmutables y cadenas conmutables " (fig. 3)

En la figura 3 se representa un circuito equivalente objeto de la invención de un sistema de suministro de energía 1 con un electrolizador 2 controlable, que puede ser conectado directamente a una fuente de energía renovable 3, aquí un campo fotovoltaico, y a través de un inversor 4 a una red eléctrica 5.

35 Un electrolizador 2 se encuentra diseñado en forma de matriz de una gran cantidad de –en este caso 15 células electrolíticas 10 dispuestas en serie- pilas de electrólisis 6, en donde varias pilas de electrólisis 6 (conectadas en serie) forman una cadena 12 y que varias cadenas se encuentran conectadas en paralelo.

40 Además se prevé un dispositivo, aquí un dispositivo de conmutación –que presenta diversos interruptores 7, 9-, mediante los que la curva característica del electrolizador 2 (KL-EL) puede ser modificada mediante conexión o desconexión de la pila de electrólisis 6 y/o de las cadenas 12 (ver fig. 4 y 5).

45 Para tal fin se encuentra conectado respectivamente un interruptor 7 en paralelo a las pilas de electrólisis 6, que puede ser conectado o desconectado mediante un dispositivo de control 8 según la figura 3, por lo que es posible un bypass, es decir un cortocircuito o un puente para la corriente, en paralelo a la pila de electrólisis 6 respectiva. De manera opcional también se pueden puentear varias pilas electrolíticas conectadas en serie mediante un interruptor 7.

De esta manera se puede modificar la cantidad de pilas de electrólisis 6 conectadas en serie y con esto la tensión de la cadena 12 respectiva según las curvas características KL-EL de la figura 4, por lo que el punto de trabajo puede ser desplazado hacia el máximo de potencia MPP (punto de máxima potencia).

- 5 Para lograr una adaptación de la corriente, algunas de las cadenas 12 conectadas en paralelo se pueden conectar o desconectar mediante un interruptor 9, por lo que resulta un campo de la curva característica con curvas características variables KL-EL para el electrolizador 2 según la figura 5.

Debido a lo mencionado la curva característica del electrolizador 2 (KL-EL) de la curva característica actual de la fuente de energía renovable 3 (KL-EQ) puede ser adaptada a la operación, para posibilitar un funcionamiento en el máximo de potencia MPP (punto máximo de potencia) o en la zona del MPP.

- 10 Por ejemplo la falta de luminosidad incidente en el campo fotovoltaico conlleva a una modificación de su curva característica (desplazamiento de la curva característica KL-EQ insinuado por las flechas PF en la figura 5), debido a lo que una adaptación del punto de trabajo del electrolizador 2 resulta ventajoso para una operación en el máximo de potencia MPP.

- 15 El control de los interruptores 7, 9 del dispositivo de conmutación (también interruptor 11) mediante la unidad de control 8 puede realizarse debido a los datos de medición relativos al rendimiento.

Los interruptores eléctricos 7, 9 del dispositivo de conmutación (también interruptor 11) pueden ser diseñados basados en los semiconductores de potencia o a través de los interruptores semiconductores.

Además se pueden registrar mediante una unidad de registro 18 las horas de operación de al menos algunas de las pilas de electrólisis 6 conectables o desconectables.

- 20 Lo mencionado presenta la ventaja de aprovechar la vida útil de las pilas de electrólisis 6 de manera homogénea, conectando en lo posible las pilas de electrólisis 6 que presentan pocas horas de funcionamiento o desconectando las de elevadas horas de funcionamiento.

- 25 A pesar de que la presente invención fuera descrita e ilustrada en detalle mediante los ejemplos de realización preferenciales, la invención no se encuentra limitada por los ejemplos revelados y otras variaciones pueden ser derivadas por el especialista, sin abandonar el alcance de protección de la presente invención.

REIVINDICACIONES

5 1. Pila de electrólisis (6) con varias células electrolíticas (10) y varios medios de conmutación (11), que se encuentra dividida eléctricamente en varios segmentos (13) que se pueden cortocircuitar utilizando medios de conmutación (11) y que a su vez abarcan una determinada cantidad de células electrolíticas (10), **caracterizada porque** la segmentación (13) se encuentra realizada mediante la incorporación de placas de derivación de corriente (14) en la pilas de electrólisis (6) y los medios de conmutación (11) se encuentran en contacto térmico con las placas de derivación de corriente (14) que producen la segmentación.

2. Pila de electrólisis (6) según al menos la reivindicación anterior, **caracterizada porque** la cantidad de células electrolíticas (10) de los segmentos (13) es variable.

10 3. Pila de electrólisis (6) según al menos la reivindicación anterior, **caracterizada** porque la cantidad de células de electrólisis forman una progresión matemática, determinadas especialmente según la fórmula

$$a * (2^x)$$

(donde a = número natural, x = cantidad de segmentos (10)).

15 4. Pila de electrólisis (6) según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** la pila de electrólisis presenta una zona compartimentada (16) con la segmentación (13) así como una zona no compartimentada (estática) (17).

20 5. Pila de electrólisis (6) según al menos la reivindicación anterior, **caracterizada porque** la zona compartimentada (16) abarca aproximadamente de 1/4 a 1/3 de la pila de electrólisis (6), en especial aproximadamente de 1/4 o aproximadamente 1/3 de la pila de electrólisis (6) y/o la zona no compartimentada (17) abarca aproximadamente de 2/3 a 3/4 de la pila de electrólisis (6), en especial aproximadamente 2/3 o aproximadamente 3/4 de la pila de electrólisis.

6. Pila de electrólisis (6) según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** los medios de conmutación (11) presentan un interruptor (11) basado en un semiconductor de potencia, especialmente un interruptor de semiconductor (11).

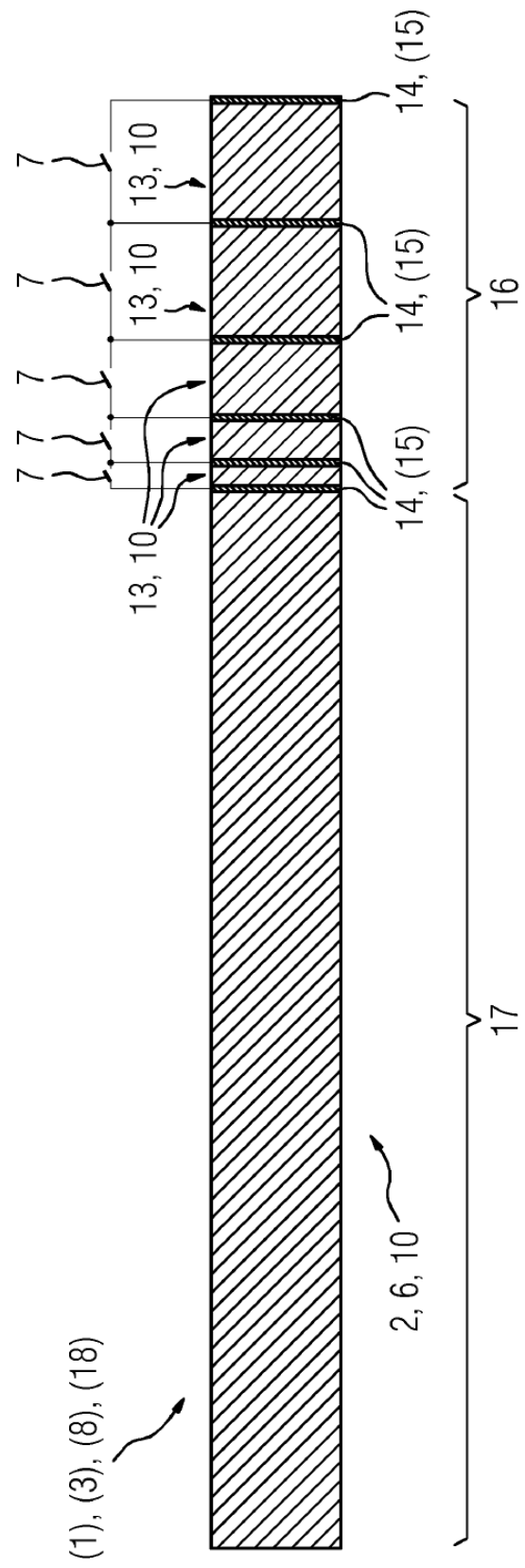
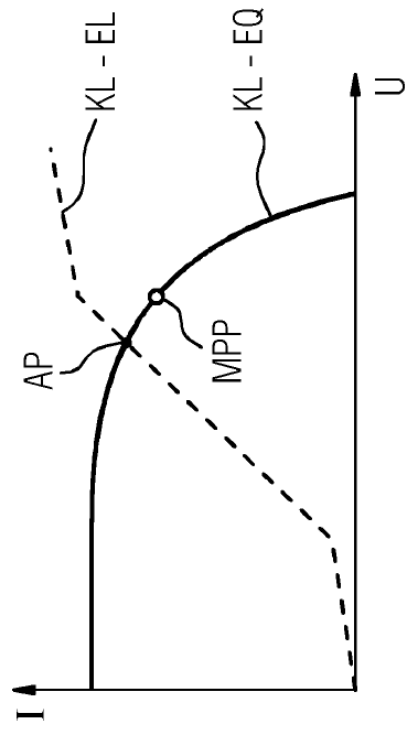
25 7. Pila de electrólisis (6) según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** la pila de electrólisis (6) presenta aproximadamente de 100 a 400, en especial aproximadamente de 200 a 300 células electrolíticas, en donde especialmente las células electrolíticas (10) de los segmentos (13) se pueden operar con una tensión entre 20v a 50 V

30 8. Electrolizador (2) con al menos una pila de electrólisis (6) según al menos una de las reivindicaciones anteriores o con varias pilas de electrólisis (6) conmutadas en serio y/o paralelo según al menos una de las reivindicaciones anteriores.

35 9. Electrolizador (2) según al menos una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado con una unidad de registro (18) para el registro de las horas de operación de al menos algunas pilas de electrólisis (6) y/o con una unidad de control (8) para el control de los medios de conmutación (7, 9, 11), en donde la unidad de control especialmente se encuentra configurada de tal manera que el control a través de la unidad de control (8) es realizado debido a los datos de medición referentes a la potencia y/o dependientes de las horas de operación registradas.

10. Sistema de suministro de energía (1) con una fuente de energía renovable (3) y un electrolizador (2) conectado a la misma según al menos una de las reivindicaciones anteriores 8 a 9, en donde especialmente la fuente de energía renovable (3) es una central fotovoltaica o una central eólica.

40



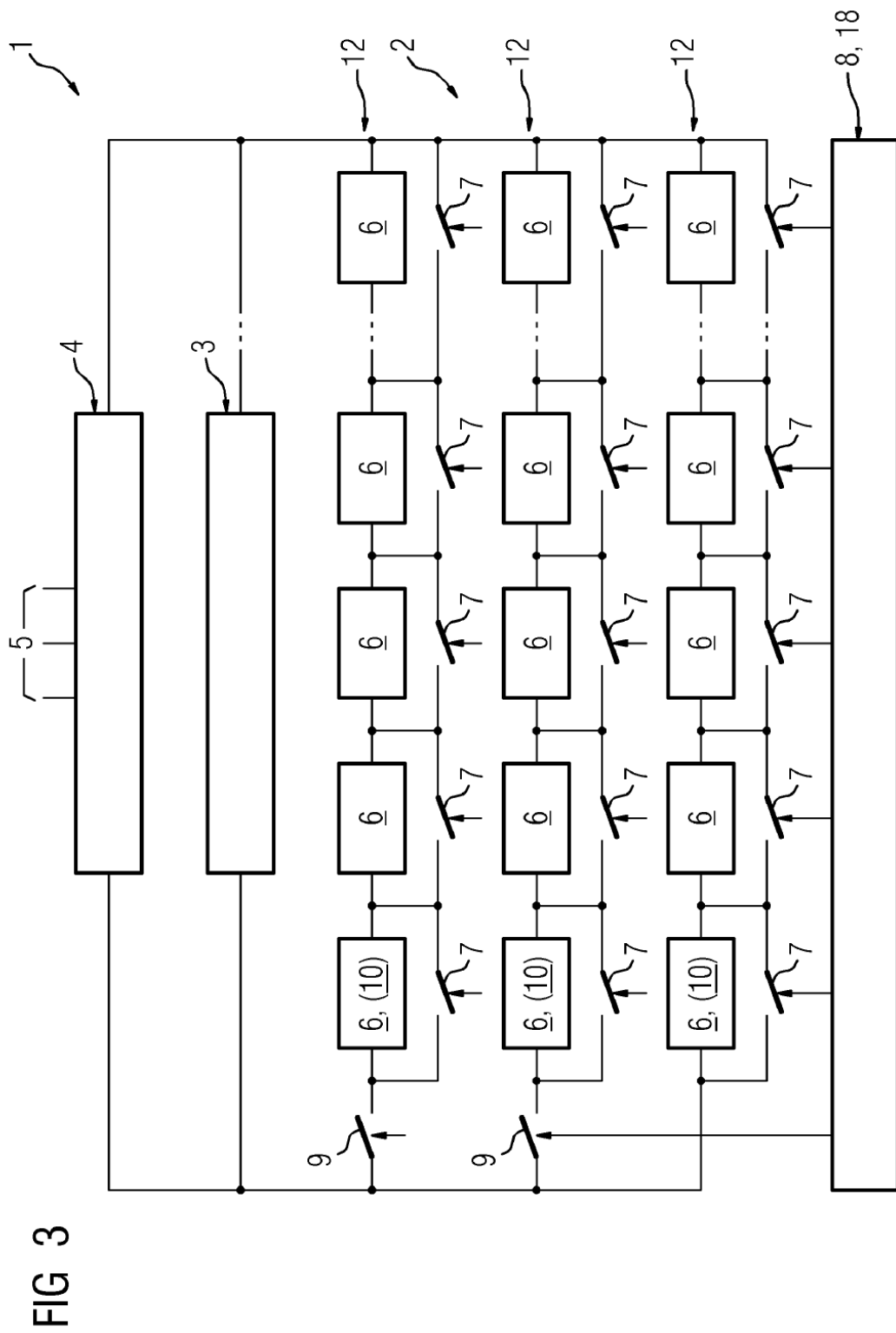


FIG 4

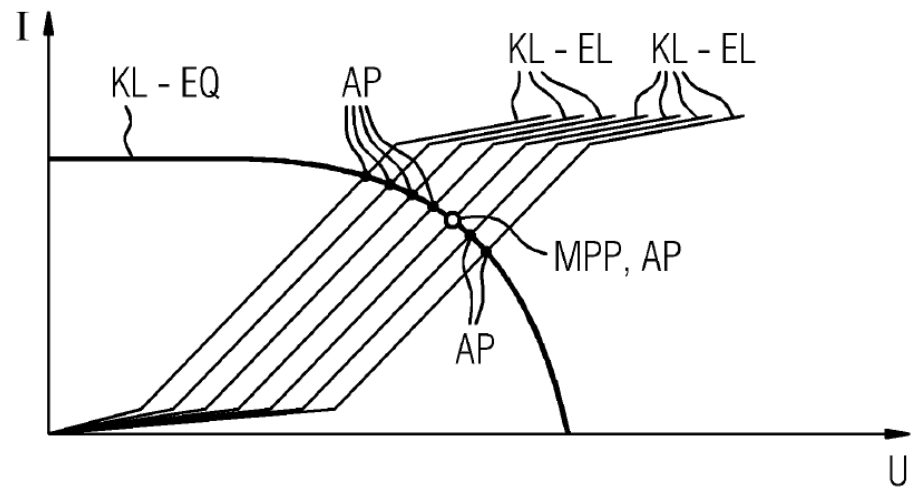


FIG 5

