

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 775 234**

51 Int. Cl.:

**H01M 12/06** (2006.01)  
**C25B 1/00** (2006.01)  
**C25B 3/00** (2006.01)  
**C25B 5/00** (2006.01)  
**C25C 1/16** (2006.01)  
**C25C 3/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.11.2013 PCT/DE2013/000671**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.05.2014 WO14071919**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.11.2013 E 13824091 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2019 EP 2917959**

54 Título: **Procedimiento para proporcionar energía eléctrica para un consumidor**

30 Prioridad:

**12.11.2012 DE 102012022029**

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

**24.07.2020**

73 Titular/es:

**CAESAR, CHRISTOPH (100.0%)  
 Buschingstrasse 30  
 81677 München, DE**

72 Inventor/es:

**CAESAR, CHRISTOPH**

74 Agente/Representante:

**FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás**

ES 2 775 234 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento para proporcionar energía eléctrica para un consumidor

5 La invención se refiere a un procedimiento para proporcionar energía eléctrica para un consumidor.

10 Está empezando a pensarse en generar cantidades industriales de corriente mediante fotovoltaica en regiones con mucho sol (tal como, por ejemplo, Norte de África) mediante la utilización de energía eólica en parques eólicos en alta mar (por ejemplo, el mar del Norte) o a partir de energía hidráulica y transportarse a otros sitios para su consumo. A este respecto, el almacenamiento de energía y el transporte de la energía desde el sitio de generación hasta su uso en el consumidor final representan un gran problema.

15 También cuando la corriente, por ejemplo, puede transportarse a través de líneas de alto voltaje, la generación estacional por regla general no está sincronizada con el consumo. Por ejemplo, en Noruega en invierno se congelan los embalses, que se utilizan para la generación de corriente a partir de energía hidráulica, cuando en Alemania existe la mayor demanda de corriente. Por tanto, la generación de corriente a partir de energía hidráulica no puede adaptarse al consumo. Un almacenamiento estacional de corriente no se ha explicado hasta la fecha.

20 En el proyecto Desertec, en el que pretende generarse corriente mediante fotovoltaica en países con mucho sol, se ha planeado almacenar hidrógeno generado electrolíticamente y embarcarlo hacia Europa. El almacenamiento de hidrógeno (como gas líquido a 20 K) es técnicamente muy complejo, como gas requiere capacidades de tanque de alta presión muy grandes debido a la reducida densidad del hidrógeno. Además, esta manera de proceder es muy cara. Las variantes incluyen la transformación del hidrógeno en metano, metanol u otras fuentes de energía. Estos pueden almacenarse y transportarse más fácilmente que el hidrógeno. Sin embargo, la generación a partir de hidrógeno está asociada con altas pérdidas. Igualmente, la opción de construir líneas de corriente de alta tensión desde el Norte de África hasta Europa Central requiere mucho capital y es crítica desde el punto de vista geopolítico.

30 Existen dificultades similares en el transporte de la corriente eléctrica desde parques eólicos en mar abierta. El transporte, por ejemplo, a través del mar de Frisia es técnicamente difícil y ecológicamente controvertido. El tendido de miles de kilómetros de nuevas líneas de alto voltaje, que está asociado con la generación de energía centralizada, despierta además cada vez más resistencia en la población.

35 Por el informe encargado por la Oficina Federal para energía "Aluminium als Brennstoff und Speicher" (J. Wochele, Dr. Chr. Ludwig, Paul Scherer Institut, junio de 2004) se conoce almacenar como metal corriente generada por un generador de energía por medio de electrólisis y transformarla de vuelta en caso necesario por medio de un proceso de transformación química en energía eléctrica.

40 El documento WO 2004/024990 A1 da a conocer un procedimiento para el control de la concentración de un metal en una disolución de electrolito, en el que en el cátodo de una unidad de electrólisis en el caso de flujo de corriente se deposita un metal, que a partir de un tamaño predeterminado de las partículas metálicas se raspa del cátodo y se suministra a un tubo colector con líquido. Desde allí se transporta el líquido con metal por medio de una bomba a través de un conducto hasta una célula de combustible.

45 El objetivo de la presente invención es poder proporcionar energía eléctrica independientemente de un punto de tiempo y el sitio de generación mediante un generador de energía.

Este objetivo se alcanza mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1. Configuraciones ventajosas se obtienen de las reivindicaciones dependientes.

50 La invención crea un procedimiento para proporcionar energía eléctrica para un consumidor. En este procedimiento se genera corriente mediante un generador de energía regenerativo y se almacena como metal en un primer sitio mediante la generación electrolítica de un metal. El metal se transporta como combustible a un segundo sitio, distinto del primer sitio, de un convertidor de energía para la generación de energía eléctrica para el consumidor. Después se genera mediante el aprovechamiento de la energía de reacción química del metal y un agente oxidante energía eléctrica y se proporciona al consumidor para su consumo. En este procedimiento, el material de los cátodos corresponde al metal depositado, retirándose los cátodos con el metal depositado de la cubeta cuando la capacidad de almacenamiento de la cubeta está agotada, transportándose la totalidad de los cátodos y del metal depositado como mercancía en piezas o en forma granulada al convertidor de energía y utilizándose como combustible para la generación de energía eléctrica.

60 El procedimiento posibilita el almacenamiento de cualquier duración de energía eléctrica en forma de metal. El almacenamiento de metal es posible sin pérdidas. Igualmente es posible transportar sin problemas la energía almacenada en forma de metal obtenido electrolíticamente, de modo que la generación de energía en el consumidor y la obtención de energía para la realización de la electrólisis tiene lugar en diferentes sitios.

65 El procedimiento propuesto se utiliza con corriente generada de manera regenerativa. Por ejemplo, puede usarse

perfectamente corriente de carga máxima, que se obtiene por medio de energía eólica o fotovoltaica, para hacer funcionar la electrólisis.

5 Durante la conversión de corriente en el metal se aprovecha convenientemente una reacción electroquímica entre un ion metálico de una disolución con uno o varios electrones de la corriente para dar un metal neutro. La generación del metal puede realizarse opcionalmente en un ácido, solución salina o una sal fundida o una mezcla de sales fundidas, o en un líquido electrolítico orgánico o iónico.

10 La corriente puede convertirse, por ejemplo, en cinc, aluminio, litio, berilio, calcio, sodio, potasio, titanio o magnesio metálico, hierro o plomo. En función del metal usado puede conseguirse una alta densidad de energía de la corriente almacenada en el metal. Si se usa cinc como metal, entonces la densidad de energía asciende, por ejemplo, a 1300 Wh/kg (9280 Wh/l) en comparación con 530 Wh/l en el caso de hidrógeno gaseoso (a 200 bar más la masa de las bombonas) para el caso del almacenamiento local y el transporte. La eficiencia de transformación de corriente eléctrica en cinc metálico se encuentra al 90-100%. El grado de transformación de otros metales que pueden transformarse electroquímicamente litio, berilio, calcio, sodio, potasio, aluminio, titanio o magnesio, hierro, plomo es, según la tecnología utilizada y la temperatura de proceso necesaria, eventualmente menor.

15 Según una configuración, el metal puede depositarse durante la electrólisis en una cubeta llena de un electrolito en un número de cátodos. Como electrolito puede utilizarse, por ejemplo, ácido sulfúrico diluido. Los cátodos están compuestos preferiblemente de un material inerte, tal como cinc o aluminio.

20 Dado que el material de los cátodos de la unidad de electrólisis corresponde al material depositado, los cátodos con el material depositado pueden retirarse de la cubeta cuando la capacidad de almacenamiento de la cubeta esté agotada. Entonces, la totalidad de los cátodos y del material depositado puede utilizarse como combustible para la generación de energía eléctrica. Para ello, los cátodos, en los que se ha depositado el metal durante la electrólisis, pueden elevarse con una grúa o similar de la cubeta con el electrolito.

25 La conversión de corriente en el metal tiene lugar preferiblemente en el sitio de la obtención de corriente, es decir el sitio de la instalación de energía eólica o instalación fotovoltaica. Sin embargo, también es concebible implementar la generación de metal separada espacialmente de la obtención de corriente.

30 Para posibilitar una obtención de metal sencilla y eficiente, la generación de metal tiene lugar según una configuración del procedimiento en cubetas normalizadas, en particular contenedores.

35 Opcionalmente, el transporte del metal puede tener lugar como mercancía en piezas, por ejemplo, como barras o placas, o en forma granulada. Según una alternativa que no pertenece a la invención, el metal generado puede licuarse en una suspensión líquida, bombeándose o transportándose entonces la suspensión líquida que contiene el metal al sitio de la generación de energía, es decir el sitio del convertidor de energía. Para ello pueden utilizarse o bien tuberías o camiones cisterna. En particular, en este caso también puede utilizarse la infraestructura existente, por ejemplo, para carburantes o combustibles.

40 La conversión de energía (es decir la generación de energía para proporcionar energía para el consumidor) tiene lugar según una configuración en una célula de combustible. Mediante esta, la generación de la energía eléctrica puede tener lugar de manera central o en un consumidor local.

45 Para aumentar el grado de eficacia total de la cadena de transmisión y transformación de energía puede utilizarse además el calor (residual) que se produce durante la generación de la energía eléctrica para la generación de calor. Por consiguiente, la célula de combustible puede hacerse funcionar de manera funcionalmente similar a una central eléctrica de cogeneración.

50 Igualmente puede estar previsto que a partir del metal, mediante la adición de un agente de reacción, se genere hidrógeno. Este puede utilizarse térmica o químicamente. Igualmente, el hidrógeno puede utilizarse en una célula de combustible como combustible para la generación de corriente. Si como metal mediante la electrólisis se genera cinc, entonces como agente de reacción tiene que añadirse ácido al metal. Si como metal mediante la electrólisis se genera sodio, potasio o calcio, entonces como agente de reacción tiene que añadirse agua al metal.

55 Según una configuración adicional, los recipientes consumidos durante la conversión de energía con el metal o los lodos que se producen mediante el consumo del metal se transportan al sitio de la electrólisis, en el que se alimentan a la operación de electrólisis para la generación del metal. De este modo se crea un circuito, en el que puede utilizarse un metal puro con una composición no fluctuante con una eficiencia máxima.

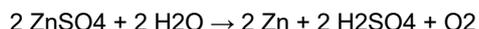
60 La invención se describirá a continuación más detalladamente mediante ejemplos de realización haciendo referencia a los dibujos. Muestran:

65 la figura 1 una representación esquemática de un sistema según la invención para la realización del procedimiento, y

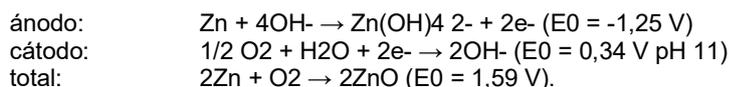
la figura 2 un desarrollo esquemático del procedimiento según la invención.

La figura 1 muestra una representación esquemática de un sistema según la invención para proporcionar energía eléctrica para un consumidor 16 eléctrico. En un primer sitio A se genera corriente eléctrica mediante un generador 10 de energía. Esta puede generarse, por ejemplo, en instalaciones de energía eólica en alta mar o campos fotovoltaicos o mediante energía hidráulica, por ejemplo, en Noruega. La corriente se almacena mediante una unidad 12 de electrólisis, que se abastece con corriente por el generador 10 de energía a través de una línea 11, en forma de metal generado electrolíticamente. En el ejemplo de realización de la figura 1, el generador 12 de energía se encuentra igualmente en el sitio A. Sin embargo esto no es obligatorio. El metal se transporta (T) al consumidor 16, que se encuentra, por ejemplo, en un sitio B. Allí tiene lugar por medio de un convertidor 14 de energía una conversión del metal en energía eléctrica, que se suministra al consumidor 16 a través de una conducción 15 de corriente para su funcionamiento. El convertidor 14 de energía puede estar diseñado, por ejemplo, en forma de una célula de combustible. El convertidor 14 de energía y el consumidor 16 también podrían estar dispuestos en diferentes sitios, es decir la conversión de energía no tiene que tener lugar obligatoriamente en el sitio del consumo, tal como se representa en la figura 1.

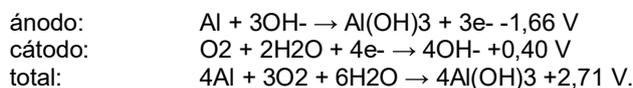
La operación de la generación electrolítica del metal en la unidad 12 de electrólisis y su conversión en el convertidor 14 de energía puede transcurrir tal como sigue. En la unidad 12 de electrólisis se aprovecha una reacción electroquímica entre un ion metálico ( $\text{Me}^+$ ) de una solución salina con un electrón (de la generación de corriente) para dar el metal neutro. Para la generación de, por ejemplo, cinc (Zn) es válido:



A partir del metal se genera, tras un procesamiento en el convertidor 14 de energía configurado como célula de combustible para el consumidor, energía eléctrica, transcurriendo las siguientes reacciones:



Otra reacción tiene lugar, por ejemplo, en una célula de combustible de aluminio-aire con hidróxido de potasio como electrolito:



Qué material se genera durante la electrólisis puede hacerse depender, por ejemplo, del contenido de energía de los metales en Wh/kg. Una información correspondiente sobre el contenido de energía de diferentes metales puede tomarse, por ejemplo, de la enciclopedia en línea Wikipedia en [http://en.wikipedia.org/wiki/Metal%E2%80%93air\\_electrochemical\\_cell](http://en.wikipedia.org/wiki/Metal%E2%80%93air_electrochemical_cell).

La ventaja de la conversión de corriente en un metal es la alta densidad de energía del metal. Para el cinc, esta asciende, por ejemplo, a 1300 Wh/kg (9280 Wh/l) en comparación con 530 Wh/l para hidrógeno gaseoso (a 200 bar más la masa de las bombonas) para el caso del almacenamiento local y el transporte. La eficiencia de transformación de corriente eléctrica en cinc metálico se encuentra a del 90 al 100% y con ello es igualmente muy alta.

El grado de transformación de otros metales que pueden transformarse electroquímicamente, tal como, por ejemplo, litio, berilio, calcio, sodio, potasio, aluminio, titanio o magnesio, hierro, plomo es eventualmente menor, según la tecnología utilizada y la temperatura de proceso requerida. A este respecto, en principio es posible hacer funcionar cada célula electrolítica en su punto de funcionamiento óptimo para la transformación de corriente, de modo que es posible un almacenamiento de corriente barato y efectivo.

Con una célula de combustible pueden alcanzarse un grado de eficacia de desde el 20% hasta el 60%, un inversor necesario para el funcionamiento del consumidor (no representado en la figura 1) alcanza grados de eficacia de desde el 93% hasta el 98%. La técnica de los rectificadores e inversores modernos ofrece según el estado de la técnica posibilidades de control suficientes para la optimización de cada operación de carga y descarga.

El grado de eficacia total del procedimiento tiene que compararse con las pérdidas de otros escenarios de almacenamiento y de transporte. El grado de eficacia de la generación de hidrógeno en un electrolizador de alto rendimiento se encuentra a entre el 70 y el 90%.

Las centrales de acumulación por bombeo y las líneas de alto voltaje provocan igualmente pérdidas considerables. Todas las centrales de acumulación por bombeo de Alemania tienen una capacidad de aproximadamente 40 GWh,

mientras que se supone que la red de gas tiene una capacidad de 200.000 GWh. Esto corresponde al consumo de energía de Alemania de varios meses. En forma de cinc metálico, una producción de un solo año de cinc (10 millones de t/2006) correspondería a una cantidad de energía almacenada de 13.000 GWh. Esta masa podría transportarse en aproximadamente 2.000 trenes de mercancías a 5.000 t de cinc metálico y al mismo tiempo almacenarse estacionalmente con una durabilidad ilimitada. A este respecto, la capacidad de transporte de como máximo 60 m<sup>3</sup> por vagón no se aprovecha. En el caso de usar calcio (2500 Wh/kg) con una densidad de solo 1,55 g/cm<sup>3</sup> podría almacenarse y transportarse la misma cantidad de energía en aproximadamente 500 trenes de mercancías al año (es decir aproximadamente 2 trenes al día).

Una ventaja adicional de la invención es que los metales pueden transportarse en su mayor parte sin riesgo para el ser humano y el medio ambiente. El cinc es un elemento traza importante y se usa ampliamente como protección frente a la corrosión. Si en el caso de un accidente llegase al medio ambiente, entonces se disuelve lentamente para dar sales e hidróxidos que aparecen de manera natural. Incluso el ácido sulfúrico (diluido) usado durante la electrólisis se diluiría rápidamente en el agua de mar (siempre que la electrólisis se haga funcionar en el mar cerca de una instalación de energía eólica en alta mar) y sería inocuo de manera natural.

Durante la generación y el transporte de litio, sodio o potasio metálico es necesario un esfuerzo de seguridad aumentado, dado que estos metales en contacto con el medio ambiente o con el agua se queman con una fuerte generación de calor e hidrógeno. Sin embargo, lo mismo es válido también para el transporte de gas natural, gasolina y (lo que es más grave) el propio hidrógeno. El calcio metálico tiene que protegerse frente al contacto con el aire, para evitar la oxidación y nitración. En el caso de contacto con el agua se genera algo de hidrógeno, sin embargo sin generación de calor ni autoinflamación.

Una ventaja adicional consiste en que una célula de combustible local también puede hacerse funcionar en edificios cerrados con aireación controlada. No hay problemas de espacio como en el caso de células de cinc-aire miniaturizadas, que se usan, por ejemplo, para el accionamiento en vehículos, dado que una aireación obligatoria de la célula de combustible a escala media o industrial puede implementarse fácilmente.

El procedimiento general para proporcionar energía eléctrica para un consumidor eléctrico se representa esquemáticamente en la figura 2. En la etapa S1 tiene lugar una generación de corriente convencional, preferiblemente mediante la utilización de fuentes de energía regenerativa. En la etapa S2 tiene lugar la generación electrolítica descrita anteriormente del metal, de modo que la corriente utilizada para la electrólisis está almacenada ahora en forma de metal. S1 y S2 pueden realizarse en los mismos sitios. En la etapa S3 tiene lugar el transporte del metal y de un agente oxidante a un convertidor de energía, que puede estar configurado como convertidor de energía local o central. Finalmente, en la etapa S4 tiene lugar la generación de energía eléctrica mediante el convertidor de energía, que se proporciona entonces al consumidor para su utilización.

A continuación se describirán formas de realización adicionales de la invención, representando la palabra "cinc" uno de los metales que se mencionaron anteriormente como "metales que pueden generarse electroquímicamente".

En una forma de realización de la invención, en la proximidad de un parque eólico en alta mar como generador 10 de energía puede anclarse una plataforma flotante o una isla sobre pilares. La corriente generada por las instalaciones de energía eólica del parque eólico puede suministrarse a través de líneas locales, cortas, a la unidad 12 de electrólisis dispuesta sobre la plataforma o isla. La unidad 12 de electrólisis comprende en una cubeta revestida, por ejemplo, con plástico un electrolito, por ejemplo, ácido sulfúrico diluido. En un número de cátodos, que están compuestos preferiblemente de un material inerte, tal como cinc, se deposita cinc metálico. Los cátodos están dispuestos, por ejemplo, para dar un campo de cátodos. Los ánodos de la unidad 12 de electrólisis se diseñan según el estado de la técnica y están compuestos, por ejemplo, por plomo o están recubiertos con plomo.

El campo de cátodos puede desconectarse al final de la capacidad de almacenamiento de la cubeta, por ejemplo, en el caso de un cortocircuito por el metal que se toca de dos cátodos adyacentes, y extraerse con una grúa del electrolito. Dado que se usan cátodos de cinc, puede extraerse toda la unidad (campo de cátodos con el metal depositado en los cátodos) sin separar el material de cátodo de la cubeta de la unidad 12 de electrólisis. La unidad puede transportarse como combustible para el convertidor 14 de energía al mismo.

Si los cátodos según una forma de realización que no pertenece a la invención no están compuestos por cinc, entonces las dendritas de cinc metálico que se producen durante la galvanoplastia pueden compactarse en el proceso de electrólisis a intervalos de tiempo adecuados mediante un pistón, de modo que el proceso pueda realizarse hasta el llenado completo de la cubeta de electrólisis con metal. A este respecto, preferiblemente se usan cátodos inertes, ligeramente cónicos, cuyas capas de metal depositadas se expulsan a intervalos a la cubeta. Preferiblemente, la cubeta representa un contenedor normalizado. La generación de metal puede desarrollarse de manera automatizada.

En una configuración alternativa, que no pertenece a la invención, la generación del metal puede realizarse en una solución salina, una sal fundida o una mezcla de sales fundidas, por ejemplo, para la generación de litio, aluminio, magnesio o calcio.

5 Durante la conversión de energía en el convertidor 14 de energía se genera energía eléctrica mediante la energía de reacción química del metal y un agente oxidante. En una forma de realización, además de la corriente generada, puede utilizarse el calor residual que se libera (el 40% en una célula de cinc-aire mala), por ejemplo, para fines de calentamiento.

10 En otra realización, a partir del metal mediante la adición de ácido (en el caso de cinc) o agua (en el caso de sodio, potasio o calcio) se genera hidrógeno, que puede utilizarse térmica o químicamente o transformarse en una célula de combustible para dar corriente. El grado de eficacia total disminuye algo debido a la etapa intermedia, pero puede ser muy razonable (según las circunstancias locales) para cubrir cargas máximas en el consumo de corriente  
15 inyectar hidrógeno en centrales eléctricas de turbinas de gas convencionales o quemar el hidrógeno con aire como reserva de carga máxima disponible inmediatamente en centrales eléctricas térmicas existentes. El metal debe fijarse en este caso como factor de gastos con el precio de mercado, sino solo con los costes de corriente en el circuito entre la reducción de metal y la oxidación en el consumidor. A partir de la corriente barata de Noruega o el mar del Norte se pasa en este caso a corriente de carga máxima de mayor precio.

20 El cinc no consumido de almacenamientos de combustible agotados del convertidor de energía puede separarse en puntos de acumulación y usarse para una utilización residual central. Las células y lodos de ZnO consumidos pueden llevarse de vuelta al operador de la unidad de electrólisis, en la que pueden alimentarse a la operación de electrólisis. La ventaja de este circuito es que puede mantenerse un producto muy puro en un circuito, que no se ve alterado por una composición fluctuante de los minerales naturales (tal como en el tratamiento metalúrgico primario del cinc y otros metales).

25 El transporte del cinc (metal) puede estar implementado como mercancía en piezas en recipientes mediante cualquier empresa de transporte. En una realización, por ejemplo, recipientes normalizados que se encuentran cerca de la carretera pueden intercambiarse con el operador de la unidad 12 de electrólisis. Esta variante es ventajosa para usuarios lejanos o soluciones de isla. Los recipientes también pueden transportarse a gestores centrales de convertidores de energía. Según una forma de realización que no pertenece a la invención, el metal puede estar contenido en una suspensión líquida, que entonces puede transportarse por medio de camiones cisterna y tuberías.  
30 En particular, en este caso también puede utilizarse la infraestructura existente, por ejemplo, para carburantes o combustibles.

35 En una realización, el transporte de metal tiene lugar a empresas eléctricas (EVU) locales, que con la energía almacenada electrolíticamente en metales pueden cubrir todas las cargas máximas. Con ello es posible un funcionamiento rentable de sus centrales eléctricas de carga base o de carga intermedia convencionales.

40 La invención es adecuada para almacenar de manera intermedia corriente eólica y solar que se produce en horas pico según la ley EEG (ley de energías renovables). A este respecto, la técnica no es la de una batería que puede recargarse ilimitadamente, sino el almacenamiento y la utilización de generación de corrientes pico no deseadas. Estas generaciones de corrientes pico conducen en parte a precios de corriente negativos (es decir la EVU tiene que pagar a países vecinos, para que estos se lleven la corriente). El almacenamiento de metal del campo fotovoltaico o del parque eólico cargado tras una fase de almacenamiento se transporta al EVU para su procesamiento sencillo y la obtención de corriente.

45 Debe partirse de la base de que el grado de eficacia total y la rentabilidad total de la generación de energía aumentan en cuanto las centrales eléctricas de carga intermedia y de carga base pueden hacerse funcionar de nuevo de manera rentable y se usa corriente generada de manera solar (por ejemplo, en invierno) en forma del metal generado electrolíticamente para cubrir las cargas máximas.

50 **Lista de signos de referencia**

- 10 generador de energía
- 11 conducción de corriente
- 12 unidad de electrólisis
- 55 14 convertidor de energía
- 15 conducción de corriente
- 16 consumidor de energía eléctrica
- T tramo de transporte
- A sitio
- 60 B sitio

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para proporcionar energía eléctrica para un consumidor (16), en el que
  - 5 a) mediante un generador (10) de energía regenerativo se genera corriente y se almacena como metal en un primer sitio (A) mediante la generación electrolítica de un metal, depositándose el metal en una cubeta llena de un electrolito en un número de cátodos;
  - 10 b) el metal se transporta como combustible a un segundo sitio (B), distinto del primer sitio (A), de un convertidor (14) de energía para la generación de energía eléctrica para el consumidor (16);
  - c) mediante el aprovechamiento de energía de reacción química del metal y un agente oxidante genera energía eléctrica y se proporciona al consumidor (16) para su consumo;
- 15 caracterizado porque
 

el material de los cátodos corresponde al metal depositado, retirándose los cátodos con el metal depositado de la cubeta cuando la capacidad de almacenamiento de la cubeta está agotada, transportándose la totalidad de los cátodos y del metal depositado como mercancía en piezas o en forma granulada al

20 convertidor de energía (14) y utilizándose como combustible para la generación de energía eléctrica.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la conversión de corriente en el metal aprovecha una reacción electroquímica entre un ion metálico de una disolución con al menos un electrón de la corriente para dar un metal neutro.
- 25 3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que la generación del metal se realiza en un ácido, una solución salina o sal fundida o una mezcla de sales fundidas o un líquido electrolítico orgánico o iónico.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la corriente se convierte en cinc, aluminio, litio, berilio, calcio, sodio, potasio, titanio o magnesio metálico, hierro o plomo.
- 30 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la conversión de corriente en el metal tiene lugar en el sitio de la obtención de corriente.
- 35 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la generación de metal tiene lugar en cubetas normalizadas, en particular contenedores.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la energía eléctrica según la etapa c) se genera en una célula de combustible.
- 40 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la generación de la energía eléctrica tiene lugar de manera central o en un consumidor (16) local.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el calor que se produce durante la generación de la energía eléctrica se utiliza para la generación de calor.
- 45 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que a partir del metal mediante la adición de un agente de reacción se genera hidrógeno.
- 50 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en el que los recipientes consumidos durante la conversión de energía con el metal o los lodos que se producen mediante el consumo del metal se transportan al sitio de la electrólisis, en el que se alimentan a la operación de electrólisis para la generación del metal.

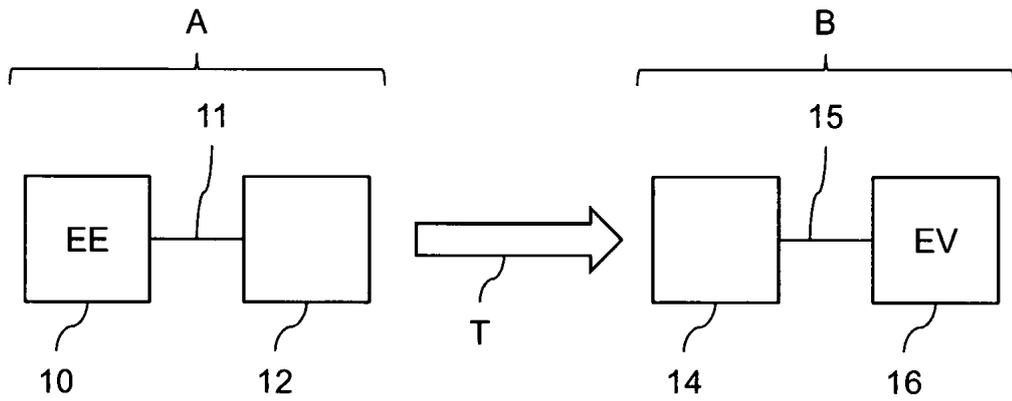


Fig. 1

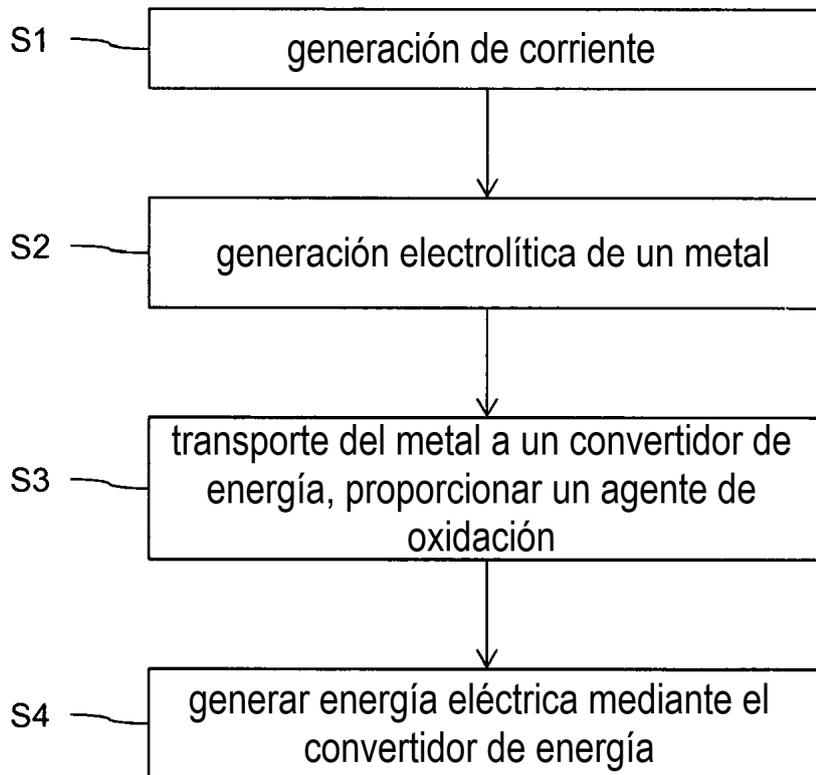


Fig. 2