

## Resumen

La invención se trata de un dispositivo de producción de electricidad solar de baja temperatura.

Utiliza captadores solares (1) para obtener agua caliente (3) durante el día y disipadores térmicos (2) para obtener agua fría (4) durante la noche.

El agua caliente y el agua fría se almacenan para tener de forma permanente una fuente caliente (3) y una fuente fría (4) que sirven para la producción de electricidad utilizando una turbina (6) en un ciclo de Ranking acoplado a un alternador(18), o un motor Stirling, o mediante un procedimiento termoeléctrico. Esta electricidad puede servir para la electrolisis (9) del agua (10) para obtener hidrógeno (11).

**PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO CON AYUDA DE ENERGÍA SOLAR  
DE BAJA TEMPERATURA**

**DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

5

**Campo de la invención**

La presente invención se trata de un dispositivo que produce hidrógeno con la ayuda de la energía solar de baja temperatura.

10

**Antecedentes de la invención**

Varios patentes describen este tipo de dispositivos. Entre ellos se pueden citar el US 5 924 287 A que es un dispositivo doméstico de producción de hidrógeno que utiliza una fuente fría externa, y el FR 2 317 523 A que no produce hidrógeno. De costumbre, la producción de electricidad con la ayuda de la energía solar se hace siguiendo dos vías:

20 - con células fotovoltaicas, es simple pero caro,  
- o con energía de altas temperaturas, por ejemplo el agua es transformada en vapor con concentradores solares (es la fuente caliente), este vapor acciona una turbina, siendo el aire ambiental la fuente mas  
25 fría. Es muy complicado y muy caro. Si queremos

utilizar, como fuente caliente de baja temperatura, agua caliente que no este en forma de vapor, el aire ambiental no es una buena fuente fría.

El dispositivo, conforme a la invención,  
5 permite remediar estos inconvenientes.

Utiliza una primera solución que es obtener agua fría durante la noche gracias a la ayuda de los disipadores de energía térmica.

Utiliza una segunda solución que es almacenar  
10 el agua caliente obtenida durante el día y el agua fría obtenida durante la noche, para tener las dos fuentes térmicas disponibles de forma permanente para accionar una turbina en un ciclo de Rankine acoplado a un alternador, para accionar un motor  
15 Stirling, o por termoelectricidad.

El hecho de alternar día/noche es de costumbre un inconveniente para la energía solar, en la presente invención hacemos de ella una ventaja mayor. La electricidad producida puede servir para  
20 la fabricación de hidrógeno. El hidrógeno es después transportado por un gasoducto o almacenado en depósitos bajo presión.

Este hidrógeno es utilizado como combustible no contaminante, para la propulsión automóvil (con  
25 baterías de combustible), o para la producción de

electricidad en forma no contaminante en la centrales. Otras características y ventajas de la invención se obtendrán de la descripción siguiente, que constituye sólo un ejemplo no limitativo,

5 referido a los diseños anexos en los cuales:

La figura 1 de la lámina 1/5 representa una vista esquemática del dispositivo de producción de electricidad con una turbina en un ciclo de Rankine acoplado a un alternador, asociado a un  
10 electrolizador que produce hidrógeno.

La figura 2 de la lámina 2/5 representa una vista esquemática del dispositivo de producción de electricidad con un proceso termoeléctrico asociado a un electrolizador que produce hidrógeno.

15 La figura 3 de la lámina 3/5 representa una vista esquemática del dispositivo de producción de electricidad con un motor Stirling acoplado a un alternador asociado a un electrolizador que produce hidrógeno.

20 La figura 4 de la lámina 4/5 representa una vista esquemática frontal de un disipador térmico.

La figura 5 de la lámina 4/5 representa una vista esquemática superior de un disipador térmico.

La figura 6 de la lámina 5/5 representa una vista  
25 esquemática frontal de un dispositivo de

almacenamiento de agua.

La figura 7 de la lámina 5/5 representa una vista esquemática frontal de un captador solar plano que puede convertirse en disipador térmico.

5        Se ha dibujado en la figura 1 de la lámina 1/5 el dispositivo de producción de electricidad con una turbina en un ciclo de Rankine acoplado a un alternador, asociado a un electrolizador que produce hidrógeno.

10        Durante el día el agua circula en el interior de los captadores solares planos (1), la temperatura del agua se eleva debido a que capta el calor del sol a través del efecto invernadero. El agua es impulsada por una bomba (16) en un  
15        circuito (12), es almacenada en un depósito (3). Después el agua circula de nuevo en los captadores solares (1), este ciclo dura todo el día para obtener la temperatura mas elevada posible en el agua almacenada (3). Por la noche este dispositivo  
20        se para.

      Durante la noche el agua circula en el interior de los disipadores térmicos (2), la temperatura del agua baja al disiparse el calor por conducción, convección y radiación. El agua es impulsada por  
25        una bomba (17) en un circuito (13), y almacenada en

un depósito (4).

Después el agua circula nuevamente en los disipadores térmicos (2), este ciclo dura toda la noche para obtener la temperatura mas baja posible en el agua almacenada (4). Durante el día este dispositivo se para.

Teniendo una fuente térmica caliente (3) y una fuente térmica fría (4) de forma permanente es posible transformar la energía térmica en energía mecánica utilizando los principios de Carnot.

Nosotros utilizamos el ciclo de Rankine. Para ello utilizamos un circuito secundario (19) cerrado en el cual circula un fluido de trabajo frigorígeno, por ejemplo el amoniaco (o un alcano, HCFC, "Freón", propileno, isobutano, isopentano u otro) que soporta cambios de estado (líquido/gas) y de presión a lo largo del ciclo.

El fluido frigorígeno se evapora en una serpentina (14) (evaporador) sumergida en el agua caliente almacenada (3), tomando calor de la fuente caliente (3), el vapor producido acciona una turbina de baja presión (6) descomprimiéndose, el vapor se condensa en una serpentina (15) (condensador) sumergido en el agua fría almacenada (4), cede calor a la fuente fría (4), una bomba (5) hace circular el fluido de

la fuente fría (4) hacia la fuente caliente (3) y vuelve a situar el fluido bajo presión. Un nuevo ciclo se retoma.

El agua caliente almacenada (3) es enfriada por las extracciones del fluido de trabajo y debe ser, por lo tanto, recalentada por los captadores solares (1) durante el día. El agua fría almacenada (4) es recalentada por los aportes del fluido de trabajo y, debe ser por lo tanto, enfriada de nuevo a través de los disipadores térmicos (2) durante la noche.

La turbina (6) acciona un alternador (18) que produce electricidad.

Uno de los mayores intereses es utilizar esta electricidad para obtener hidrógeno a través de la electrólisis del agua. Un electrolizador (9) utiliza la electricidad producida por el alternador (18) para realizar la electrólisis del agua procedente de un depósito (10), el hidrógeno producido se almacena en un depósito (11). Si la electricidad es producida en regiones aisladas una utilización muy buena es realizar la electrólisis del agua para obtener hidrógeno, que será utilizado mas tarde como combustible no contaminante. Este dispositivo es particularmente ecológico a

todos los niveles y constituye una de las mejores alternativas a las energías fósiles. El petróleo y todas las energías fósiles son muy contaminantes y en poco tiempo tendremos escasez de estas energías.

- 5 El hidrógeno es un carburante no contaminante, que para competir con el petróleo debe producirse utilizando una energía renovable y poco costosa.

- La producción se realiza preferentemente en regiones áridas, semiáridas, desérticas o
- 10 semidesérticas, cercanas de los trópicos debido a:
- una amplitud térmica entre el día y la noche mayor,
  - existencia de una fuerte insolación,
  - poca presencia de nubes,

15 - una higrometría muy baja y por lo tanto, una radiación más intensa,

  - por la noche el cielo está despejado, facilitando el buen enfriamiento por radiación de los disipadores térmicos,

20 - cuanto más cerca estamos del ecuador, la transición día/noche es más rápida y existen menos variaciones entre las estaciones,

  - se pueden utilizar grandes áreas no urbanizadas y no utilizadas para la agricultura.

El aspecto económico:

Para que este dispositivo sea realmente competitivo en comparación con la producción de electricidad con energía nuclear o con energías fósiles (petróleo, gas, carbón), los costes de construcción y de explotación de las centrales de producción que utilicen este dispositivo deben ser lo más bajos posibles.

Describiremos los medios menos costosos para producir un kWh al precio más bajo que sean resistentes para adaptarse a climas severos.

El fluido caloportador más simple, más barato y entre los más eficientes es el agua; tanto como fluido caloportador en el interior de los captadores solares (1), como fluido caloportador en el interior de los disipadores térmicos (2) y para el almacenamiento de la energía calórica caliente (3) y fría (4). El agua tiene un gran poder de almacenamiento calórico.

El agua es traída cuando se instala el dispositivo, que funciona en un circuito cerrado, no siendo necesario adicionar mas agua en adelante.

Mas tarde es necesario el aporte de agua sólo para la producción de hidrógeno a través de la electrólisis del agua.

Si el agua no es de buena calidad el uso de destiladores solares permite la obtención de una agua de buena calidad (sin caliza, etc.) para evitar depósitos que dañen el dispositivo.

5 Al agua le podemos añadir glicol o etilglicol para evitar que se hiele.

Otros fluidos caloportadores pueden ser utilizados con rendimientos superiores en función del clima.

Describiremos un método simple y poco costoso  
10 para poder almacenar de manera eficaz agua caliente y fría en las zonas desérticas sin necesidad de transporte de mucho material.

Este dispositivo es conocido y se presenta a título de ejemplo:

15 Se ha dibujado en la figura 6 de la lámina 5/5 un dispositivo de almacenamiento de agua.

El almacenamiento del agua caliente y fría se realiza de preferencia cavando en la tierra zanjás en forma de V de algunos metros de profundidad.

20 Las paredes de las zanjás se recubren por capas de plástico impermeables y resistentes (67).

El almacenamiento en la tierra es eficaz desde de punto de vista térmico y muy barato, siendo el suelo un buen aislante natural. El aislamiento  
25 térmico es mejor que con barriles al aire libre.

Placas de aislante ligero (62) (poliestireno, por ejemplo) se colocan en la superficie del depósito para asegurar el aislamiento térmico en la parte superior.

5 Una capa de plástico (63) evita la evaporación del agua (61). Los tubos (65) y (66) permiten bombear y transportar el agua. Una reja (64) cubierta por un toldo de plástico (68) cierra el depósito y evita que el polvo, etc. caiga en su interior.

10 A mayor diferencia de temperatura entre la fuente caliente (3) y la fuente fría (4), mayor es la potencia para girar la turbina (6). Los volúmenes de almacenamiento de agua caliente (3) y de agua fría (4) deben ser lo mas grande posible  
15 para que los resultados no disminuyan al final de cada semiciclo (final de día, final de la noche), porque durante la noche el agua caliente (3) se vuelve cada vez más fría, y durante el día el agua fría (4) se vuelve cada vez más caliente debido a  
20 las transferencias térmicas realizadas por el fluido de trabajo y a las inevitables pérdidas térmicas de los depósitos de almacenamiento.  
De esta manera, las temperaturas calientes y frías permanecen lo mas constante posible.

25 El agua caliente, al tener una densidad menor

que el agua fría, hace que la temperatura sea más alta en la parte de arriba de los depósitos de almacenamiento que en la de abajo. Por ello, se coloca el evaporador (14) en la parte de arriba del  
5 depósito caliente (3) y el condensador (15) en la parte de abajo del depósito frío (4).

Se obtiene una diferencia de temperatura suplementaria teniendo depósitos lo más altos posible para aprovechar al máximo este fenómeno. Se  
10 gana una pequeña diferencia de temperatura suplementaria realizando una fosa fría en el depósito frío (4), se trata de un lugar de mayor profundidad donde se localiza el agua más fría por gravedad.

15 Durante el día se bombea el agua a calentar de la parte inferior del depósito caliente (3) y una vez calentada por los captadores solares (1) se transporta a la parte superior del depósito caliente (3).

20 Durante la noche se bombea el agua a enfriar de la parte superior del depósito frío (4), y una vez enfriada por los disipadores térmicos (2) se transporta a la parte inferior del depósito frío (4).

25 Se dibujó en la figura 4 de la lámina 4/5 y en

la figura 5 de la lámina 4/5 los disipadores  
términos simples, a título de ejemplo, este  
dispositivo es conocido por el estatuto de técnica  
y es semejante a los disipadores que se encuentran  
5 en la parte posterior de las neveras.

Los disipadores térmicos (2) están constituidos por  
ejemplo por tubos metálicos (40) donde circula el  
fluido caloportador (41). Los tubos metálicos (40)  
son por ejemplo de cobre, que posee muy buena  
10 conductividad térmica. Barras (42) del mismo metal  
están selladas a los tubos (40) por la parte  
superior e inferior, dando rigidez al conjunto y  
participando a la refrigeración.

Los disipadores térmicos están pintados de negro ya  
15 que este color permite una mejor disipación térmica  
a través de la radiación. Los pies (43) elevan los  
disipadores del suelo y facilitan la convección.

Se pueden utilizar captadores solares planos  
rudimentarios, la utilización de zonas áridas donde  
20 existen grandes superficies de captación con una  
radiación intensa permite el uso de captadores  
menos sofisticados y mas baratos, ya nos podemos  
conformar con un rendimiento bajo.

Se dibujó en la figura 7 de la lámina 5/5 un  
25 captador plano muy simple y barato, teniendo la

particularidad de poder ser disipador térmico durante la noche.

Este tipo de captador es conocido por el estatuto de técnica en su función de captador; sin embargo, 5 el hecho de inflar la parte que asegura el efecto de invernadero durante el día y de desinflarla durante la noche para transformar el captador en disipador térmico no está incluido en el estatuto de técnica.

10 Una capa de plástico negro (50) constituye la base, otro capa de plástico negro (52) está sellada para crear canales en los cuales circula el líquido caloportador (51). Otra capa de plástico transparente (54) está sellada para crear un 15 volumen (53) hinchable y deshinchable.

La luz visible atraviesa esta película transparente y se transforma en infrarrojo cuando llega a la superficie negra (52).

Este plástico debe tener una buena opacidad a los 20 infrarrojos para generar un efecto invernadero. Cuando este dispositivo se utiliza en modo disipación térmica no es tan eficiente como los disipadores metálicos, lo utilizamos, por tanto, antes de los disipadores metálicos.

25 Se dibujó en la figura 2 de la lámina 2/5 una

vista esquemática del dispositivo de producción de electricidad con un acoplamiento termoeléctrico asociado con un electrolizador que produce hidrógeno.

- 5 El funcionamiento es distinto del dispositivo con una turbina en un ciclo de Rankine con un alternador por la utilización de un generador termoeléctrico (20).

La termoelectricidad o el "efecto Seebeck-  
10 Peltier" es el fenómeno físico siguiente: cuando sometemos a una diferencia de temperatura dos metales adecuados soldados juntos se desprende una corriente eléctrica.

La termoelectricidad ha sido muy poco utilizada  
15 hasta el presente, pero los progresos recientes relacionados con la utilización de los semiconductores de fina capa hacen de ella un modo interesante de generación eléctrica con baja temperatura.

20 En caso de utilizar un generador termoeléctrico (20) se usan directamente las fuentes calientes y frías sin utilizar un fluido de trabajo intermedio. El agua almacenada en el depósito (3) se impulsa por una bomba (23) en un circuito (21) que alimenta  
25 el generador termoeléctrico con calor, el agua fría

almacenada en el depósito (4) se impulsa por una bomba (24) en un circuito (22) que alimenta el generador termoeléctrico con frió.

La figura 3 de la lámina 3/5 representa una  
5 vista esquemática del dispositivo de producción de electricidad con un motor Stirling acoplado a un alternador, asociado a un electrolizador que produce hidrógeno.

También se puede utilizar un motor Stirling en  
10 lugar de un ciclo de Rankine clásico.

Un motor Stirling utiliza gas cerrado en un conjunto pistón (26) cilindro (27).

Este gas se pone en contacto de forma alternativa con la fuente caliente que da calor al gas y con la  
15 fuente fría que toma el calor del gas. Cuando el gas está en contacto con la fuente caliente, su presión sube y empuja el pistón motor (26), después se pone en contacto con la fuente fría, su presión baja, el pistón motor (26) comprime el gas y el  
20 ciclo puede recomenzar.

El pistón está acoplado a un volante de inercia (28).

Existen distintos tipos de motores Stirling, estos motores son conocidos por el estatuto de técnica.

25 La termoelectricidad, como los motores

Stirling, son dos posibilidades de utilizar la base de la invención; con todo esto, desde el punto de vista económico, en el estado actual de la técnica, es preferible utilizar una turbina en un ciclo de Rankine.

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo de producción de hidrógeno en las zonas desérticas o áridas con la ayuda de la energía solar, caracterizado porque comprende :

5 captadores solares (1) que producen un fluido caliente durante el día con la ayuda de la energía solar,

un depósito donde se almacena este fluido caliente, este fluido caliente almacenado constituye una fuente térmica caliente (3) permanente,

un circuito cerrado (12) que permite la circulación del fluido caliente durante el día entre los captadores solares (1) y el depósito de fluido caliente, el circuito cerrado de fluido caliente (12) comprende una bomba (16),

disipadores térmicos (2) que producen un fluido frío durante la noche,

20 un depósito donde el fluido frío se almacena, el dispositivo crea de esta manera una fuente térmica fría (4) permanente,

un circuito cerrado (13) que permite la circulación del fluido frío durante la noche, entre 25 los disipadores térmicos (2) y el depósito donde el

fluido frío se almacena, el circuito cerrado de fluido frío (13) comprende una bomba (17),

un circuito cerrado (19) que contiene un fluido de trabajo utilizado en un ciclo de Rankine,

5 un evaporador (14) en el cual este fluido de trabajo se vaporiza gracias a la fuente caliente (3), este evaporador (14) está situado en el interior del depósito de fluido caliente,

una turbina (6) puesta en marcha a través de la 10 distensión del fluido de trabajo vaporizado,

un condensador (15) en el que se condensa el fluido de trabajo gracias a la fuente fría (4), el condensador (15) está situado en el interior del depósito de fluido frío,

15 una bomba (5) que permite la circulación del fluido de trabajo entre el condensador (15) y el evaporador (14),

un alternador (18) acoplado a la turbina (6), este alternador (18) produce electricidad,

20 un electrolizador (9) que utiliza la electricidad producida por el alternador (18) para realizar la electrolisis del agua (10) para producir hidrógeno (11).

25 2. Dispositivo de producción de hidrógeno en

las zonas desérticas o áridas con la ayuda de la energía solar, caracterizado porque comprende :

5 captadores solares (1) que producen un fluido caliente durante el día con la ayuda de la energía solar,

un depósito donde se almacena este fluido caliente, este fluido caliente almacenado constituye una fuente térmica caliente (3) permanente,

10 un circuito cerrado (12) que permite la circulación del fluido caliente durante el día entre los captadores solares (1) y el depósito de fluido caliente, el circuito cerrado de fluido caliente (12) comprende una bomba (16),

15 disipadores térmicos (2) que producen un fluido frío durante la noche,

un depósito donde el fluido frío está almacenado, el dispositivo crea de esta manera una fuente térmica fría (4) permanente,

20 un circuito cerrado (13) que permite la circulación del fluido frío durante la noche, entre los disipadores térmicos (2) y el depósito donde el fluido frío se almacena, el circuito cerrado de fluido frío (13) comprende una bomba (17),

25 un alternador (18) que produce electricidad,

un motor Stirling que utiliza la fuente caliente (3) y la fuente fría (4) para producir la energía mecánica, el motor Stirling esta acoplado al alternador (18),

5 un electrolizador (9) que utiliza la electricidad producida por el alternador (18) para realizar la electrolisis del agua (10) para producir hidrógeno (11).

10 3. Dispositivo de producción de hidrógeno en las zonas desérticas o áridas con la ayuda de la energía solar, caracterizado porque comprende :

15 captadores solares (1) que producen un fluido caliente durante el día con la ayuda de la energía solar,

un depósito donde este fluido caliente se almacena, este fluido caliente almacenado constituye una fuente térmica caliente (3) permanente,

20 un circuito cerrado (12) que permite la circulación del fluido caliente durante el día entre los captadores solares (1) y el depósito de fluido caliente, el circuito cerrado de fluido caliente (12) comprende una bomba (16),

25 disipadores térmicos (2) que producen un fluido

frío durante la noche,

un depósito donde el fluido frío se almacena,  
el dispositivo crea de esta manera una fuente  
térmica fría (4) permanente,

5 un circuito cerrado (13) que permite la  
circulación del fluido frío durante la noche, entre  
los disipadores térmicos (2) y el depósito donde el  
fluido frío está almacenado, el circuito cerrado de  
fluido frío (13) comprende una bomba (17),

10 un electrolizador (9) que realiza la  
electrólisis del agua (10) para producir hidrógeno  
(11),

un generador termoeléctrico (20) que utiliza la  
fuente caliente (3) y la fuente fría (4) para  
15 producir electricidad que se suministra al  
electrolizador (9).