

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 441 848**

51 Int. Cl.:

**F03G 6/04**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.08.2010 E 10752860 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2013 EP 2462345**

54 Título: **Sistema de producción y de almacenamiento de energía eléctrica y térmica a partir de una cicloturbina**

30 Prioridad:

**03.08.2009 FR 0903829**

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

**06.02.2014**

73 Titular/es:

**UGOLIN, NICOLAS (100.0%)  
93 Rue Réaumur  
75002 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**UGOLIN, NICOLAS**

74 Agente/Representante:

**RUO, Alessandro**

**ES 2 441 848 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**

Sistema de producción y de almacenamiento de energía eléctrica y térmica a partir de una ciclomoturbina

5 **[0001]** Los dos principales tipos de producción de energía eléctrica a partir de la radiación solar son los procesos fotovoltaicos y los procesos solares térmicos. Los procesos fotovoltaicos son los más habituales, pero presentan la desventaja de ser caros con unos rendimientos de conversión energética inferior al 24 %, incluso para los procesos más innovadores como Nanosolar. Junto a estos procesos fotovoltaicos los procesos solares térmicos tienen unos mejores rendimientos del orden del 30 %, por el contrario son más voluminosos y están más adaptados para una  
10 elevada producción de electricidad. En la actualidad se desarrollan nuevos dispositivos, que acoplan un motor Stirling con un concentrador, para producir corriente eléctrica. No obstante, el uso de gases nobles como el argón para mejorar el rendimiento de estas máquinas, los hacen más caros y relativamente frágiles.

15 **[0002]** Las turbinas son unas máquinas térmicas robustas que ofrecen algunos de los mejores rendimientos de conversión, del orden de entre un 30 y un 36 %. Además, estas máquinas ofrecen por lo general grandes posibilidades de cogeneración, lo que no permiten las instalaciones fotovoltaicas y muy difícilmente los motores Stirling solares a causa de la geometría de las instalaciones. Por el contrario, la geometría general de las turbinas exige unas grandes dimensiones lo que es difícilmente compatible con las pequeñas y medianas instalaciones solares, en particular en el marco del uso de chimeneas solares. Ahora bien, el aumento de los rendimientos pasa  
20 sobre todo para las pequeñas unidades por la recuperación de las energías térmicas que se pierden en los diferentes procesos. Además, sea cual sea el modo de producción de energía solar, la adaptación rápida y reactiva a la demanda de energía así como a la versatilidad de la fuente, precisa 1) o bien almacenar la energía eléctrica para redistribuirla en el momento de alta demanda, 2) o bien monopolizar rápidamente nuevas unidades de producción. La primera solución es la que se utiliza más a menudo para pequeñas instalaciones, la segunda  
25 solución se utiliza para instalaciones de mayor envergadura, en particular cruzando unos medios de producción de orígenes diferentes, por ejemplo solar eólico o solar hidráulico. Sin embargo, esta última solución de compensación se utiliza cada vez más en pequeñas instalaciones, acoplando eléctricamente varias fuentes de producción, por medio de un ondulator. No obstante, estos dispositivos plantean un problema de rendimiento de restitución de la energía y de conversión de corrientes de tipos diferentes hacia un mismo colector. Además, en estas condiciones de  
30 acoplamiento eléctrico, una gran parte de la energía térmica se pierde sin convertirse en una energía útil.

**[0003]** El documento FR 2307982 A se considera como el estado de la técnica más próximo a la reivindicación 1.

35 **[0004]** Describimos un nuevo sistema solar térmico que se puede aplicar a pequeñas y medianas unidades de producción. Este dispositivo utiliza una nueva geometría de turbina que funciona con energía solar acoplada a los dispositivos que permiten la producción de electricidad de forma simultánea a una cogeneración de calor y eventualmente de frío, así como el almacenamiento de estas energías. Además, la geometría de los elementos del dispositivo solar térmico permite un acoplamiento hidráulico sencillo con otros tipos de unidades de producción eléctrica como los aerogeneradores y los hidrogenadores.

40 **Principio de funcionamiento**

**[0005]** La invención se refiere a un procedimiento y a unos dispositivos que organizan una serie de unidades funcionales que permiten producir y almacenar energía eléctrica y calorífica (frío/calor).

45 1.1 El procedimiento consiste:

a) durante una fase que utiliza la radiación solar (fase luminosa), en acelerar un gas a través de una  
50 turbina solar ciclónica o ciclomoturbina y a continuación en utilizar la energía cinética y térmica de dicho gas para producir electricidad, y en enfriar, e incluso licuar, dicho gas acumulando una parte de su calor en unos depósitos de agua y/o de acetato de sodio, y a continuación en almacenar la energía de la radiación solar en una energía potencial mediante el calentamiento de dicho gas en unas condiciones de volumen variable en un acumulador solar térmico; y

55 b) durante un fase independiente de la radiación (fase oscura), en la que la energía cinética y térmica almacenada en el gas en unas condiciones de volumen variable y dentro del depósito que contiene el agua o el acetato de sodio se utilizan para producir energía eléctrica y térmica.

60 2.1 En un modo preferente de realización, la aceleración y el calentamiento del gas se garantizan mediante una turbina ciclónica, que comprende un concentrador solar, compuesto por un deflector, que puede tener por ejemplo una forma parabólica, cóncava, elipsoidal, plana, etc., que refleja la luz sobre un sistema de tubos ensamblados unidos a una estructura cónica, por los cuales circula el gas que hay que acelerar. El sistema de tubos está compuesto en su parte más exterior por una primera tubería externa (figura 1.1).

65 La tubería externa está rematada y cerrada por una cámara cónica invertida de tal modo que forma una estructura ciclónica invertida (figura 1.4). En la entrada del ciclón invertido está dispuesta una rueda (figura 1.7) cuya parte central está atravesada por un orificio (figura 1.8). En el centro del orificio central de la rueda está

dispuesto un eje solidario con la rueda (figura 1.9) que se prolonga, por una parte, en el primer tercio del ciclón y, por otra parte, en el centro de la tubería externa. En el primer tercio del ciclón en la posición central está dispuesta una tubería alrededor del eje de la rueda que constituye la tubería de eje (figura 1.10). La rueda se apoya en su base (parte ensanchada) sobre la tubería de eje que comprenderá a esta altura unos medios que permiten la rotación de la rueda, como un rodamiento de bolas (figura 1.13). La tubería de eje permitirá captar el flujo central que sale del ciclón. La parte del eje de rueda incluida dentro de la tubería de eje comprenderá unas hélices o palas dispuestas en forma de rotor en uno o varios niveles (figura 1.4). Frente a las palas del o de los rotores, se disponen unas palas fijas (figura 1.5) en la cara interior de la tubería de eje de tal modo que formen unos estatores para los rotores. El conjunto tubo de eje y eje de rueda más palas forma de este modo una turbina (figura 1.16), de tal modo que el eje de rueda al girar acciona la rueda. Las aletas dispuestas sobre la rueda (figura 1.17) y las palas (figura 1.14) del eje de rueda estarán orientadas en sentido inverso de tal modo que al girar las aletas de la rueda hagan que el gas penetre y se comprima en el interior del ciclón, obteniéndose la rotación de la rueda entonces por la acción de los gases, que salen del ciclón, sobre las palas de la turbina central del ciclón. La rueda está carenada en una estructura complementaria (figura 1.18) que une, por una parte, la tubería externa con el borde del ciclón y, por otra parte, el borde del ciclón con el borde de la tubería de eje. La parte superior de la rueda (parte más estrecha) se apoya en una tubería de salida de ciclón (figura 1.19), dispuesta en el centro de la tubería externa y que rodea al eje de la rueda, de tal modo que la rueda pueda girar por medio de unos medios introducidos a la altura de esta tubería de salida de ciclón, como unos rodamientos de bolas (figura 1.22). A la altura de la unión entre el carenado de la rueda y el ciclón están dispuestos unos conductos oblicuos más o menos en forma de U (figura 1.23), con un diámetro de unas decenas de micrones a varios centímetros. Estos conductos permiten que el gas proveniente de la tubería externa y comprimido por la rueda pase al ciclón calentándose mucho al mismo tiempo por la radiación solar. La orientación de los conductos permitirá orientar e impulsar el gas que entra dentro del ciclón, un movimiento de rotación que induce un vórtice hacia la parte superior del cono que forma el ciclón (figura 1.4). Una vez en la parte superior del cono, el gas se organiza en una columna que se dirigirá entonces hacia la tubería de eje en la que se precipitará accionando la turbina central del ciclón. La pared externa de los conductos oblicuos será negra (de pintura negra, Cromo negro, CERMET). Los conductos oblicuos podrán ser de metal pero, de manera preferente, de cerámica o presentarán unas estructuras de cerámica en el interior. La radiación solar que proviene de los concentradores se dirigirá a las paredes de los conductos oblicuos de tal modo que aumente su temperatura. El aumento de la temperatura se transmitirá al gas que circula por estos conductos oblicuos lo que conlleva la dilatación y el aumento de la energía cinética del gas. Estos conductos desempeñan la función de la cámara anular de combustión de un turboreactor.

En algunos modos de realización, las paredes de los conductos oblicuos están aisladas del medio exterior, por ejemplo por medio de una cámara anular transparente a la radiación solar para el espectro más amplio posible (figura 1.24). Esta cámara anular se podrá llenar con un gas aislante, como argón, xenón, nitrógeno, helio, criptón, o cualquier otro gas o mezcla de gases. En otros modos de realización, esta cámara se mantendrá al vacío. Para limitar los intercambios térmicos entre los diferentes elementos de la cicloturbina, las paredes de algunos elementos se duplicarán (figuras 1.12- 12- 20- 21), utilizándose como aislante un gas entre las dos capas de las paredes. En un modo aun más preferente de realización, se mantiene el vacío entre las dos capas de las paredes de los diferentes elementos o en la cámara anular transparente por medio de una aspiración que es el resultado del flujo de los fluidos a la altura de las chimeneas de aspiración (figura 1.25) de acuerdo con el principio de Bernoulli.

2.2 La estructura que forma la cicloturbina estará dispuesta en el centro de un deflector que hace converger la radiación a la altura de las paredes de los conductos oblicuos (figura 1.26). Por ejemplo, el deflector formará de preferencia una parábola (cúpula de una esfera...) (figura 2.26) comprendiendo en la cara interior un material reflectante. El deflector estará constituido de manera preferente por unas membranas sintéticas o naturales tensadas sobre un soporte, comprendiendo unos elementos flexibles de acuerdo con el principio de tensión de la tela de un paraguas. De modo preferente, el deflector estará compuesto por dos membranas, una membrana reflectante (figura 2.27), por ejemplo una membrana sintética que contiene o está recubierta con aluminio, como las mantas de supervivencia, y por una membrana aislante (figura 2.28) como los tejidos Nomex (*brand aramid fibree*)/Kevlar..., impermeabilizados en la cara exterior. Cada membrana está montada según un patrón que le confiere la estructura de la cúpula de una esfera, por ejemplo mediante el ajuste de piezas triangulares (figura 2.29) de acuerdo con el principio de una tela de paraguas. Las dos membranas se unen entre sí (figura 2.30), dejando libres unas ranuras (figura 2.31) para alojar el soporte (figura 2.32). El soporte estará compuesto, por ejemplo, por unos tubos flexibles. En un modo preferente, el soporte también podrá comprender unos tubos huecos y flexibles altamente conductores del calor. Por ejemplo, cada varilla del soporte está constituida por haces de dos o tres elementos, por ejemplo un tubo hueco de metal (cobre, aluminio...) altamente conductor del calor (figura 2.33) y por uno o dos tubos flexibles (figura 2.34), por ejemplo de carbono. En algunos modos de realización, los tubos huecos conductores de calor (figura 2.33), pegados en la cara inferior de la membrana reflectante, están unidos (figura 2.38) por medio de intercambiadores térmicos a una turbina de vapor (figura 2.36), cuyas entradas de vapores (figura 2.37) están eventualmente dispuestas en forma de estrella. Un líquido o fluido portador de calor (agua, amoníaco, tetrafluoroetano, hidroclorofluorocarbono...) circulará por los tubos huecos conductores de calor, hasta la tubería central de los intercambiadores (figura 2.38), por ejemplo, también dispuestos en forma de estrella. En la tubería periférica de los intercambiadores (figura 2.39) a partir de la tubería de salida de la cicloturbina que se ramifica en forma de estrella, circulará el gas acelerado y calentado por la

cicloturbina. Por una parte, el calor acumulado por las paredes del deflector solar permite un precalentamiento del líquido portador de calor que circula por los tubos huecos de la pared del deflector y, por otra parte, el calor que aporta el gas proveniente de la cicloturbina en el intercambiador térmico permite que el líquido portador de calor se evapore. Los vapores obtenidos se introducen entonces, de forma tangencial a la pared, dentro de la turbina de vapor (figura 2.36). El eje de rotación de la turbina de vapor se acoplará, solidario o común al eje de la rueda de la cicloturbina solar.

El extremo libre exterior de los tubos huecos de la pared del deflector solar (figura 2.33) está unido a una tubería, « tubo periférico » que sigue el perímetro del deflector (figura 2.40). Este tubo periférico se alimenta con líquido portador de calor mediante al menos una toma (figura 2.41). El tamaño de las varillas montadas en el soporte del deflector corresponde al tamaño del arco de la cúpula esférica de la parábola de tal modo que una vez colocado el soporte dentro de las ranuras, el soporte impone a las membranas una forma de parábola esférica (figura 2.26). Una vez estructurada la parábola desvía la luz a través de la cámara anular transparente (figura 1.24), esencialmente a la altura de las paredes de los conductos oblicuos (figura 1.23) y de un radiador dispuesto a la altura de estos conductos (figura 1.42-43).

2.3 En un modo aun más ventajoso de realización, una lente está dispuesta verticalmente sobre el cono invertido del ciclón (figura 1.4). Esta lente será toroidal (figura 1.44) haciendo converger la luz en un anillo focalizado en las paredes de los conductos oblicuos y su radiador (figura 1-42-42). En otro modo de realización, está dispuesta entre el deflector y el ciclón de la cicloturbina una lente parabólica (figura 2.45) que permite la convergencia de los rayos provenientes del deflector a la altura de la pared de los conductos oblicuos (figura 1.23) y de su radiador. Esta lente parabólica estará compuesta por varios lóbulos que permiten que la radiación converja en varios puntos discretos (figura 2.46). La lente parabólica será solidaria (figura 2.47) con una lente que cubre el cono, de la cicloturbina, sustituyendo esta última a la lente tórica inicial. La lente que cubre el cono formará una roseta (figura 2.48) mediante la combinación de varias sub-lentes convergentes de tal modo que formen una lente capaz de hacer que la luz converja en un anillo de manchas discretas (figura 2.46) focalizadas en las paredes de los conductos oblicuos y su radiador. El conjunto de las dos lentes, solidarias entre sí (figura 2.47), lo soporta y es solidario con el eje de rueda que se prolonga a través del cono del ciclón y vuelve a salir por la parte superior de este último, de tal modo que al girar, el eje haga girar el par de lentes roseta y parabólica. Al girar el sistema de lentes desplazará por los conductos oblicuos y su radiador las manchas de convergencia, permitiendo de este modo un calentamiento y un enfriamiento alternos de los diferentes conductos. Esta iluminación alterna de los conductos oblicuos permitirá, por una parte, limitar el calentamiento de los conductos y, por otra parte, instaurar un ciclo en las reacciones de dilatación o catalítica de los gases que se producen en los conductos oblicuos. En efecto, en algunos modos de realización, la cara interna de los conductos oblicuos está recubierta con óxido de titanio o con óxido de otros metales, y eventualmente comprende unas matrices o monolitos de estructura porosa, en nido de abeja, de espuma, constituida por cordierita, por carburo de silicio, por cerámica... Estos diferentes materiales pueden estar recubiertos con óxido metálico como el óxido de titanio. Por ejemplo, los óxidos de titanio pueden catalizar la descomposición de gas como el vapor de agua en  $H_2 + O_2$ . Esta descomposición, además de producir hidrógeno y oxígeno, permite aumentar la molaridad de la mezcla de gases lo que permite de este modo aumentar la dilatación del gas en la cicloturbina... Durante el ciclo de rotación, las lentes iluminan por turno los conductos oblicuos regenerando de este modo los catalizadores que han reaccionado en los conductos oblicuos no iluminados.

2.4. El deflector estará de manera ventajosa orientado hacia el Sol. En un modo aun más ventajoso de realización, el deflector estará motorizado y articulado de tal modo que siga el recorrido del Sol y que ofrezca el mejor rendimiento de reflexión de la luz sobre la cicloturbina solar. El movimiento del deflector se preprogramará o se definirá por medio de unos sensores fotoeléctricos, por ejemplo una corona de celdas o resistencias fotoeléctricas dispuestas sobre el mástil de soporte del concentrador. A medida que avanza el Sol, la celda frente al Sol indicará la posición más luminosa por medio de la medición de la corriente producida.

2.5 La cicloturbina y la turbina de vapor acopladas por un eje común pueden estar directa o indirectamente acopladas a un generador eléctrico. En un modo preferente de realización, el acoplamiento se hará a través de un circuito hidráulico (figura 3.49) que accionará un motor hidráulico (figura 3.50) a su vez acoplado a un generador eléctrico (figura 3.51). El eje de la cicloturbina eventualmente acoplado al de la turbina de vapor accionará una bomba hidráulica (figura 3.52) que pondrá bajo presión al líquido de transmisión. Este tipo de acoplamiento permite añadir en derivación o de forma paralela en el circuito hidráulico varias unidades como un hidrogenerador y unos aerogeneradores acoplados hidráulicamente. El circuito hidráulico comprenderá unas válvulas anti retorno y/o unas válvulas eléctricas (figura 3.53) para, por una parte, impedir los retornos del fluido motor y, por otra parte, controlar el número de unidades motor activas en el circuito hidráulico, con el fin de ajustar la producción eléctrica. Se podrá realizar un acoplamiento similar neumático.

2.6 En un modo de realización particular, la cicloturbina estará acoplada hidráulicamente a un hidrogenerador. En un modo preferente de realización, el hidrogenerador será de tipo cilíndrico Savonius. En un modo aun más preferente, con el fin de aumentar el rendimiento del hidrogenerador, el cilindro (figura 3.54) estará compuesto por varias unidades solidarias (figura 3.55) perfiladas con una geometría variable. Cada unidad de cilindro estará perfilada de forma cóncava en una cara (figura 3.56) para favorecer el flujo del agua (figura 3.58) y convexa en la otra (figura 3.57) para que le pueda empujar el flujo del agua. Los bordes de una unidad de

cilindros estarán prolongados mediante unos elementos móviles, eventualmente articulados, pero de manera preferente flexibles, como unas membranas (figura 3.60) (Kapton, tejidos, kevlar, silicona vulcanizada, caucho...). Para evitar la superposición de las membranas dentro de la cavidad de una unidad de cilindros, en la ascensión de la corriente por un medio cilindro (cara perfilada de la unidad en la corriente), unas guías (figura 3.59) (metal, carbono, fibra de vidrio...) limitarán el descenso de las membranas. Cuando las unidades de un medio cilindro remontan la corriente, las membranas se pegan contra las guías y reducen la resistencia del medio cilindro que remonta la corriente. Cuando la corriente empuja las unidades del cilindro (cara convexa en la corriente), las membranas se hinchan y aumentan la sustentación del medio cilindro.

2.7 En un modo particular de realización, unas cicloturbinas acopladas a unos hidrogenadores cilíndricos perfilados con una geometría variable están dispuestas sobre una barcaza o una gabarra en el ancla (figura 3.61-62). La alimentación con agua de las turbinas de vapor de las unidades ciclónicas se hace entonces de manera preferente mediante la extracción de agua del mar o del río (figura 3.63) en el que flota la embarcación.

2.8 Unas electroválvulas pueden controlar el número de hidrogenadores que participan o de cicloturbinas que participan en la compresión del fluido eléctrico motor. No obstante, en un modo preferente de realización, cuando los hidrogenadores no participan en la producción directa de corriente, su trabajo se utiliza para acumular o comprimir gas en el sistema de acumulación de energía potencial por medio de un circuito hidráulico paralelo.

2.9 En un modo particular de realización, la cicloturbina (figura 6.112) estará fija y solo el deflector (figura 6.113) será móvil y estará situado para concentrar las radiaciones sobre el radiador 42 de la cicloturbina. En esta configuración, el deflector estará compuesto, por ejemplo, por dos partes (figura 6.114) solidarias (figura 6.115) de tal modo que permita la rotación del deflector en un plano paralelo al eje 111 de la cicloturbina, con la parte superior 112 de la cicloturbina como centro de rotación. En un modo aun más particular de realización, el deflector por ejemplo compuesto por dos partes, estará o bien suspendido en (figura 6.116), o bien soportado por (figura 6.117), un sistema de arcos motorizados (figura 6.118), completado por diversos sistemas de rótulas y de rodamientos, que permiten la rotación del deflector en un mismo plano, alrededor de la parte superior de la cicloturbina. La rotación del deflector alrededor del eje de la cicloturbina está eventualmente garantizada por otro motor eléctrico y por otras rótulas y rodamientos. El movimiento de rotación del deflector alrededor del eje de la cicloturbina combinado con el movimiento alrededor de la parte superior de la cicloturbina, en un mismo plano paralelo al eje de la cicloturbina, permite seguir los movimientos del Sol. Se pueden combinar los dos sistemas de suspensión y de soporte.

3.1 En la salida de la turbina de vapor, los vapores del fluido portador de calor se dirigen (figura 4.67) hacia un condensador que puede ser un calentador de agua termodinámico. El calentador de agua termodinámico comprende un tanque de expansión (figura 4.68) contenido dentro de un depósito de agua (figura 4.69) con paredes adiabáticas. El tanque permite la expansión del vapor de agua en la salida de la turbina de vapor. El vapor enfriado o condensado pasa entonces a un radiador contenido dentro del depósito (figura 4.70), el radiador estará de preferencia dispuesto en la zona fría del depósito, por debajo de la interfase agua caliente (arriba) / agua fría (abajo) que forman el espejo. Cuando la zona espejo supera la posición del radiador, determinada por una sonda térmica dispuesta por debajo del radiador (figura 4.71), la entrada de agua fría (figura 4.72) y la salida de agua caliente (figura 4.73) se abren (figura 4.74) permitiendo de este modo evacuar el exceso de agua caliente a un segundo depósito (figura 4.75) de almacenamiento. Un filtro sinterizado o un regulador de chorro está instalado a la altura de la entrada de agua fría para permitir un flujo laminar. Una sonda térmica (figura 4.76) está situada a la altura de la salida de agua caliente del primer depósito lo que permite detener el trasvase. En el techo del primer depósito estará dispuesto un depósito de acetato de sodio (figura 4.77) cuyas paredes son conductoras de calor. En el depósito de acetato de sodio estará dispuesta una fuente de ultrasonidos como un cristal piezoeléctrico (figura 4.78). Durante la fase luminosa los cristales de acetato de sodio se disuelven al absorber el calor. Durante la fase oscura del proceso, la cristalización del acetato de sodio, bajo el efecto de ultrasonidos, permitirá restituir el calor absorbido calentando una parte del agua contenida dentro del depósito y almacenarla en el segundo depósito. En la salida del radiador, una bomba hidráulica (figura 4.79), accionada por un mecanismo hidráulico neumático o eléctrico, devuelve el fluido portador de calor enfriado o condensado hacia la tubería que sigue el perímetro de la pared del deflector para un nuevo ciclo. En un modo preferente de realización, la parte superior de almacenamiento estará constituida por un pistón móvil, por ejemplo de poliestireno (figura 4.80) aislado térmicamente (figura 4.81) y eventualmente lastrado lo que permite hacer variar el volumen del depósito de almacenamiento en función de su llenado minimizando los intercambios de calor de las membranas pegadas contra la pared del depósito de almacenamiento para permitir la evacuación de la sobrepresión sin que haya pérdida de calor. En otros modos de realización, el depósito de almacenamiento tiene un volumen fijo, pero dispone de electroválvulas y/o de válvulas de presión, por ejemplo, de bola (figura 4.83) o de muelle, en la parte de arriba que se abren de forma momentánea cuando el depósito se llena o cuando se vacía. En algunos modos de realización, todas o parte de las compuertas de válvulas del sistema se accionan mediante unos muelles con memoria de forma que abren o cierran las compuertas de válvula en función de las temperaturas del agua o de los vapores de agua en el interior del depósito. El agua caliente producida se podrá utilizar para restituir el calor durante la fase oscura o como agua caliente sanitaria.

3.2 En algunos modos de realización, el gas que circula por la cicloturbina es aire atmosférico aspirado en la

base de la tubería externa de la cicloturbina (figura 1.84) y expulsado en la salida del intercambiador (figura 1.85).

3.3 En un modo preferente de realización, el gas que circula por la cicloturbina proviene de un ciclo cerrado. Por ejemplo, en la salida del colector de los intercambiadores térmicos (figura 1.86), los gases que provienen de la cicloturbina (figura 5.87) se inyectan en la entrada de un eyector (convergente divergente) (figura 5.88) como fluido motor. El gas secundario del eyector, por ejemplo, el mismo gas o una mezcla de gases, se enfriará a temperatura ambiente y, por ejemplo, se almacenará en un depósito con membrana flexible (figura 5.89). En la salida del deyelector, el gas se comprimirá y se enfriará, e incluso se licuará. El gas comprimido y enfriado, e incluso licuado, eventualmente tras su paso (figura 5.90) por un condensador que puede ser un calentador de agua termodinámico (figura 5.91) se introduce entonces (figura 5.92) dentro de un depósito (figura 5.93) que permitirá aumentar su energía potencial bajo la acción de la radiación solar o mediante el intercambio térmico con otro gas. Este aumento de energía potencial se hace o bien aumentando la presión y la temperatura a un volumen constante, o bien aumentando el volumen y la temperatura a presión ligeramente variable. Cuando la radiación solar ya no esté disponible la energía potencial contenida en el gas la utilizará, por ejemplo, un motor o una turbina neumática (figura 5.94) que acciona una bomba hidráulica (figura 5.52) para producir corriente eléctrica. Tras el paso por un condensador, por ejemplo un calentador de agua termodinámico, el gas se podrá almacenar en un depósito de pared flexible.

En el caso de utilizar aire, el medio exterior se sustituye en el depósito de pared flexible.

3.4 En un modo particular de realización, el gas que se utiliza en el ciclo de la cicloturbina es el CO<sub>2</sub>. En la salida del eyector, el CO<sub>2</sub> se podrá presentar por ejemplo en forma supercrítica.

3.5 En algunos modos de realización, los gases que se utilizan en el ciclo de la cicloturbina son el vapor de agua, el tetrafluoroetano, el hidroclorofluorocarbono.

3.6 En la salida del eyector o del condensador una válvula de descompresión y un evaporador permiten producir aire frío al captar el calor del medio exterior.

4.1 En algunos modos de realización, el sistema de acumulación de energía cinética está compuesto por una cámara de pared elástica incluida en un contenedor de protección. En un modo preferente de realización, el sistema de acumulación de energía potencial de los gases está compuesto por una cámara de volumen variable que comprende una cámara cilíndrica (figura 4.95) cuya abertura la cierra un pistón móvil (figura 4.96), ajustándose el pistón al cilindro de tal modo que no haya fugas. Unos faldones (figura 4.97) (silicona vulcanizada o teflón) así como una pared transparente a la radiación solar (figura 4.98) permiten garantizar una estanqueidad extra (figura 4.98). El recorrido del pistón no llega al fondo del cilindro (figura 4.99) de tal modo que defina un volumen que permite que la cámara reciba, a través de una válvula anti retorno (figura 4.100), el gas comprimido o licuado en la salida de un eyector sin que el pistón se desplace. El conjunto cilindro y pistón está compuesto por una doble pared adiabática lo que permite aislar térmicamente el sistema de acumulación de energía potencial del gas. La pared del pistón que da al exterior (figura 4.98) será transparente a la radiación solar de tal modo que al atravesar la pared de aislamiento la radiación solar pueda calentar la segunda pared opaca del pistón permitiendo de este modo transferir el calor al gas contenido dentro del cilindro. Entre las paredes un gas o el vacío permitirá el aislamiento térmico. Bajo la acción de la temperatura, el gas contenido dentro del cilindro eventualmente después de la evaporación de los líquidos presentes podrá dilatarse y empujar el pistón a una presión casi constante. La masa del pistón se definirá de tal modo que compense la presión deseada para el gas. En algunos modos de realización, el pistón estará asistido por un muelle (figura 4.101) y/o por un tensor con una constante de rigidez definida (figura 4.102). El muelle será de manera preferente un muelle con memoria de forma que se contraerá en cuanto el gas haya alcanzado una temperatura definida de tal modo que aumente la presión del gas. Una lente convergente 103 estará dispuesta por encima del sistema de acumulación de energía potencial de tal modo que haga converger la luz, a través de la pared externa, en la pared interna del pistón cuando está abajo. Para reducir la dilatación del gas acumulando al mismo tiempo calor, el fondo del cilindro comprenderá un depósito lleno con una solución saturada de acetato de sodio cristalizado (figura 4.103) o con otra solución de sales que tengan la propiedad de cristalizar emitiendo calor y de fundirse al absorberlo. Este depósito comprende unos medios para activar la cristalización del acetato de sodio, como unas fuentes de ultrasonidos (cristal piezoeléctrico). En algunos modos de realización, la pared externa del cilindro será transparente y unos deflectores permitirán hacer que la radiación solar converja, a través de la pared externa, en la pared interna del cilindro. De una manera general, las caras de las paredes internas expuestas a la radiación serán negras (de pintura negra, Cromo negro, CERMET), con el fin de absorber mejor la energía solar térmica. En algunos modos de realización, para evitar las fugas de gas, el sistema de acumulación de energía potencial de los gases comprenderá una pared flexible, o manguito (figura 4.106), de un material de preferencia sintético y flexible, impermeable al gas contenido en el sistema. Los extremos del manguito están cerrados y fijados sobre el pistón y el fondo del cilindro (elemento rígido) de tal modo que formen un fuelle. Los dos elementos rígidos que cierran el manguito están unidos entre sí por un muelle o una correa elásticos (elemento de retorno), con una constante de rigidez  $k$  de tal modo que con el alargamiento dado del manguito, la fuerza de retorno del elemento de retorno y el peso del pistón compensen la presión del gas. El material flexible del manguito está reforzado por el muelle lo que permite dejar el orificio del manguito siempre abierto y el despliegue progresivo en forma de

fuelle en función del aumento de la presión. En modo acumulación, el gas, contenido dentro de la cámara de volumen variable, se calienta, lo que lo dilatará empujando el pistón y/o estirando o comprimiendo los tensores y muelles solidarios con el pistón, compensándose la presión por el peso del pistón y el estiramiento de los tensores y la variación de volumen. Además, las sales de acetato de sodio contenidas en el depósito se disuelven al acumular calor minimizando de este modo el aumento de la temperatura y, por lo tanto, el aumento de presión. En ausencia de radiación solar, la válvula (figura 4.107) de salida de la cámara de volumen variable se abre y permite que el gas salga bajo la acción del peso del pistón y/o de las fuerzas de retorno de los tensores y de los muelles. Durante la expansión del gas hacia el exterior, el volumen de la cámara disminuye por medio del retorno del pistón. Esto permite limitar la caída de temperatura y de presión a causa de las expansiones de un gas. Cuando el gas se enfría demasiado, el cristal piezoeléctrico crea una inestabilidad en el interior de la solución de acetato de sodio saturada, disuelta bajo la acción del calor, la cual cristaliza de nuevo liberando el calor acumulado durante la fase de disolución. Esto permite aumentar el coeficiente de dilatación del gas y su expulsión a través de la válvula de salida. Al salir por la válvula (figura 4.107) el gas acciona o bien un motor neumático o una turbina o un motor de aire comprimido (figura 5.94) acoplados directa o indirectamente (circuito hidráulico) a un generador eléctrico. En un modo aun más preferente, la parte superior del cilindro estará cerrada por una pared transparente que encerrará un gas inerte (argón, xeon, helio...) entre dicha pared y el pistón. La ascensión del pistón y el aumento de temperatura acrecentarán la acción de retorno de los muelles y diferentes tensores utilizados.

20 LEYENDAS DEL CONJUNTO DE LAS FIGURAS

**[0006]**

- 25 1) tubería externa de la turbina ciclónica
- 2) tubería externa pared interna
- 3) tubería externa pared externa
- 4) cono ciclónico invertido
- 5) cono invertido pared externa
- 30 6) cono invertido pared interna
- 7) disco de la rueda
- 8) orificio central de la rueda
- 9) eje de la rueda
- 10) tubería de eje
- 11) tubería de eje pared externa
- 35 12) tubería de eje pared interna
- 13) apoyo de base de la rueda constituido por un rodamiento de bolas
- 14) hélices o palas dispuestas en forma de rotor central en la rueda
- 15) palas fijas que forman el estator
- 40 16) turbina central
- 17) aleta de rueda
- 18) carenado de la rueda
- 19) tubería de salida del ciclón
- 20) tubería de salida del ciclón pared externa
- 21) tubería de salida del ciclón pared interna
- 45 22) apoyo de parte superior de la rueda constituido por un rodamiento de bolas
- 23) conducto oblicuo de entrada de los gases dentro del ciclón y de su calentamiento
- 24) cámara anular transparente a la radiación solar
- 25) chimenea de aspiración
- 26) deflector solar que forma una parábola (cúpula de una esfera)
- 50 27) membrana superior reflectante del deflector solar
- 28) membrana inferior aislante del deflector solar
- 29) pieza triangular de unión de las membranas de acuerdo con el principio de una tela de paraguas
- 30) unión de las dos membranas del deflector
- 31) ranura libre para alojar el soporte dentro de las membranas unidas del deflector
- 55 32) varilla de soporte compuesta por un haz de tres tubos: un tubo hueco altamente conductor del calor (figura 2.33) y dos tubos flexibles
- 33) tubo hueco de metal (cobre, aluminio, etc.) altamente conductor del calor para conducir los gases
- 34) tubos flexibles de carbono o de fibra natural como las fibras de bambú para estructurar la membrana montada
- 60 35) intercambiador térmico entre los tubos huecos del soporte del deflector y la tubería de salida del ciclón
- 36) turbina de vapor
- 37) entrada de vapor dispuesta en forma de estrella
- 38) tubería central de intercambiador que conecta las tuberías huecas del conductor de calor del deflector
- 39) tubería periférica de los intercambiadores
- 65 40) tubería que sigue el perímetro del deflector que une el extremo libre exterior de los tubos conductores 33 del deflector con los intercambiadores térmicos

## ES 2 441 848 T3

- 41) alimentación con líquido portador de calor de la tubería 40 que sigue el perímetro del deflector  
42) radiador dispuesto a la altura de los conductos oblicuos  
43) paso de los conductos oblicuos a través del radiador de conductos oblicuos  
5 44) lente tórica  
45) lente parabólica con varios lóbulos  
46) punto de convergencia de la radiación  
47) unión entre lente parabólica y roseta  
48) lente en forma de roseta  
10 49) circuito hidráulico  
50) motor hidráulico  
51) alternador, dinamo...  
52) bomba hidráulica  
53) válvula anti retorno o válvulas eléctricas  
15 54) cilindro de hidrogenador Savonius compuesto por varios elementos perfilados con una geometría variable  
55) unidad solidaria que compone el cilindro  
56) cara cóncava de un elemento perfilado en un medio cilindro  
57) cara convexa de un elemento perfilado en un medio cilindro  
20 58) sentido de circulación de la corriente  
59) guía para la membrana que prolonga los bordes de las unidades  
60) membrana que prolonga el borde de una unidad de un medio cilindro  
61) barcaza o gabarra  
62) flotador  
25 63) toma de agua  
64) sistema de orientación de las cicloturbinas  
65) alimentación con agua de las turbinas de vapor y de los intercambiadores y de los conductos de los deflectores  
66) escape de vapor de las turbinas de vapor  
30 67) conducto de salida de turbina de vapor y de entrada de tanque de expansión  
68) tanque de expansión  
69) depósito con paredes adiabáticas  
70) radiador o condensador  
71) sonda térmica dispuesta por debajo del radiador 69  
35 72) entrada de agua fría  
73) salida de agua caliente  
74) electroválvula  
75) depósito de almacenamiento  
76) sonda térmica de la salida de agua caliente  
77) depósito de acetato de sodio cuyas paredes son conductoras de calor  
40 78) fuente de ultrasonidos  
79) bomba hidráulica  
80) pistón móvil del depósito de almacenamiento de poliestireno  
81) pared de aislamiento  
45 82) membrana que forma una junta de aislamiento  
83) válvula de bola  
84) entrada tubería externa de la cicloturbina  
85) salida de los gases de la cicloturbina de la tubería externa del intercambiador térmico  
86) colector de cicloturbinas en la salida del intercambiador térmico  
50 87) conducto que une la salida del colector de los intercambiadores térmicos con la entrada de un eyector (convergente divergente)  
88) eyector (convergente divergente)  
89) depósito de pared flexible de gas secundario  
90) conducto que une la salida del eyector con el calentador de agua termodinámico  
55 91) calentador de agua termodinámico  
92) conducto que une la salida del calentador de agua termodinámico  
93) cámara con un volumen variable forzado  
94) motor o turbina neumática  
95) cámara cilíndrica con pared adiabática  
96) pistón móvil  
60 97) faldón (figura 4.97) (silicona vulcanizada o teflón) de estanqueidad  
98) pared transparente de estanqueidad  
99) cuña de pistón  
100) válvula anti retorno  
65 101) muelle con memoria de forma  
102) tensor elástico  
103) lente convergente



## ES 2 441 848 T3

- 104) depósito llenado con una solución saturada de acetato de sodio
- 105) cristal piezoeléctrico
- 106) manguito
- 5 107) válvula de salida
- 108) pared transparente que cierra la parte superior del cilindro
- 109) gas encerrado entre el pistón y la pared transparente que cierra el cilindro
- 110) cabezal de cicloturbina
- 111) eje de cicloturbina
- 10 112) cicloturbina fija
- 113) deflector móvil
- 114) medio deflector
- 115) unión entre medio deflector
- 116) arcos de suspensión
- 117) arcos de soporte
- 15 118) motor paso a paso
- 119) rótulas y rodamientos

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de producción y de almacenamiento de energías eléctrica y térmica de origen solar, **caracterizado porque** comprende:

- 5
- a) una fase luminosa que comprende la producción de una energía cinética y de una energía térmica mediante la aceleración y el calentamiento de un gas a través de al menos una cicloturbina bajo la acción de la radiación solar, el uso de estas energías para producir electricidad al tiempo que se enfría, e incluso se licua dicho gas, acumulando una parte de las energías del gas en al menos un depósito que comprende al menos un compartimento de agua (69) y al menos un compartimento con una solución saturada en acetato de sodio (77), el almacenamiento de una energía de una radiación solar en una energía potencial mediante el calentamiento de dicho gas en unas condiciones de volumen variable dentro de un acumulador solar térmico con un volumen variable (96); y
- 10
- b) una fase oscura en la que la energía almacenada dentro del acumulador solar térmico y el depósito se utiliza para producir energía eléctrica y térmica.
- 15

2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado porque** la cicloturbina está acoplada con al menos una turbina de vapor.

20 3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 y 2 **caracterizado porque** al menos una cicloturbina y al menos una turbina de vapor están acopladas hidráulicamente con al menos un hidrogenerador.

4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 y 2 **caracterizado porque** al menos una cicloturbina y al menos una turbina de vapor están acopladas hidráulicamente con al menos una estructura eólica.

25 5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado porque** la cicloturbina comprende unos tubos ensamblados, al menos un ciclón, al menos un rotor, unos estatores, al menos una rueda atravesada por un orificio en su centro, posicionándose un eje solidario con la rueda en el centro del orificio, comprendiendo el eje unas palas orientadas en el sentido inverso a las aletas de la rueda, unos conductos oblicuos capaces de orientar un gas al interior de los ciclones, unos medios para hacer que la radiación solar converja en dichos conductos oblicuos.

30

6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2 **caracterizado porque** unas fuentes de alimentación de vapor de la turbina están dispuestas en forma de estrella.

35 7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3 y 4 **caracterizado porque** el hidrogenerador o el aerogenerador es cilíndrico (54) con una geometría variable (55) y está compuesto por varias unidades solidarias en la que cada unidad comprende una parte perfilada en una cara cóncava (56) y en una cara convexa (57), y una parte móvil (60), estando dicha parte móvil compuesta de manera preferente por una membrana flexible guiada por unas guías flexibles (59).

40

8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado porque** el acumulador solar térmico de volumen variable, comprende un cilindro (95), al menos un pistón (96), al menos un manguito (106) que forma un fuelle con el fondo de la cámara y el pistón, al menos un tensor (101) (102) como un muelle con memoria de forma, unos medios para hacer que la radiación solar converja en la superficie del pistón y eventualmente del cilindro.

45

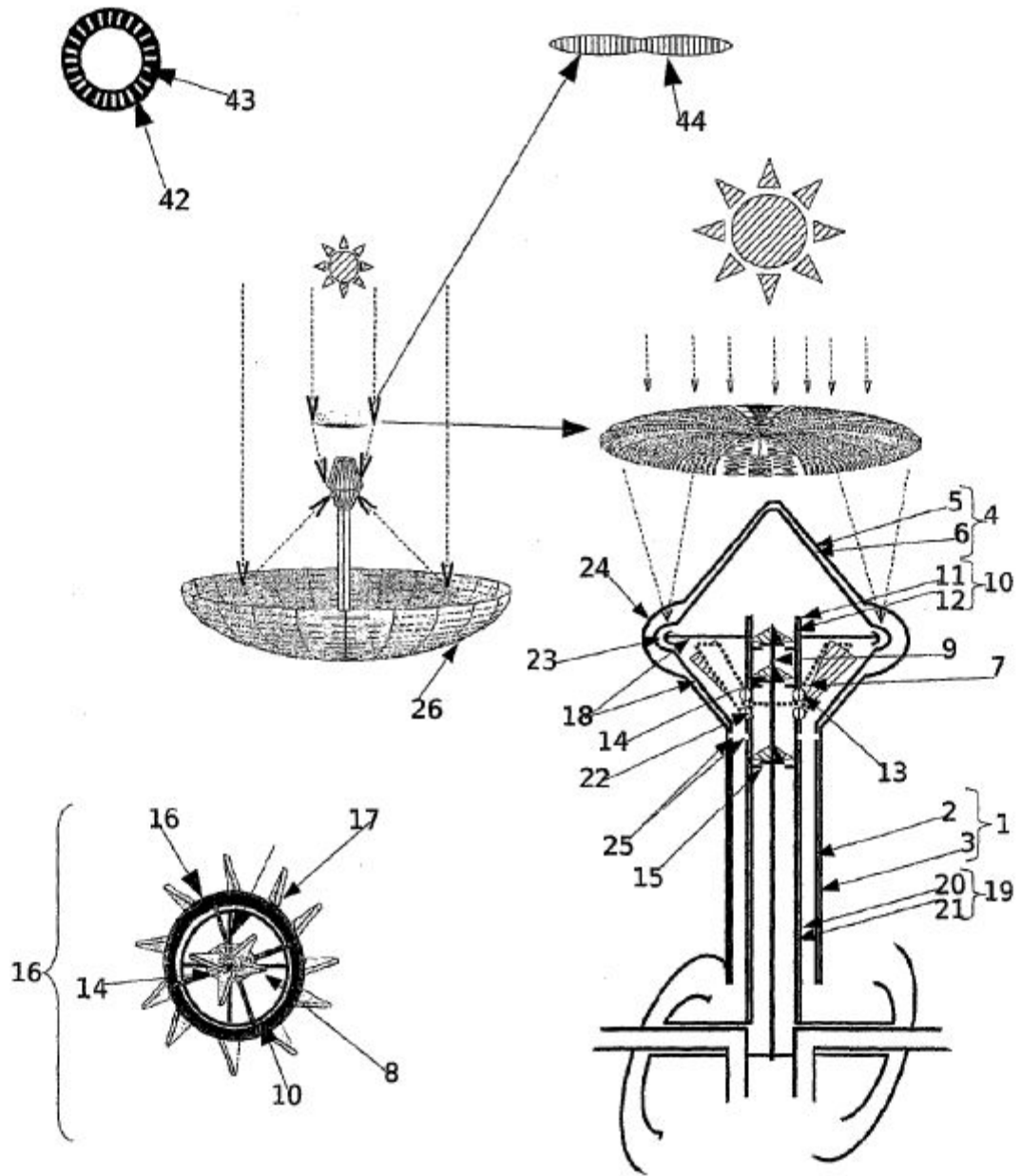


Fig1

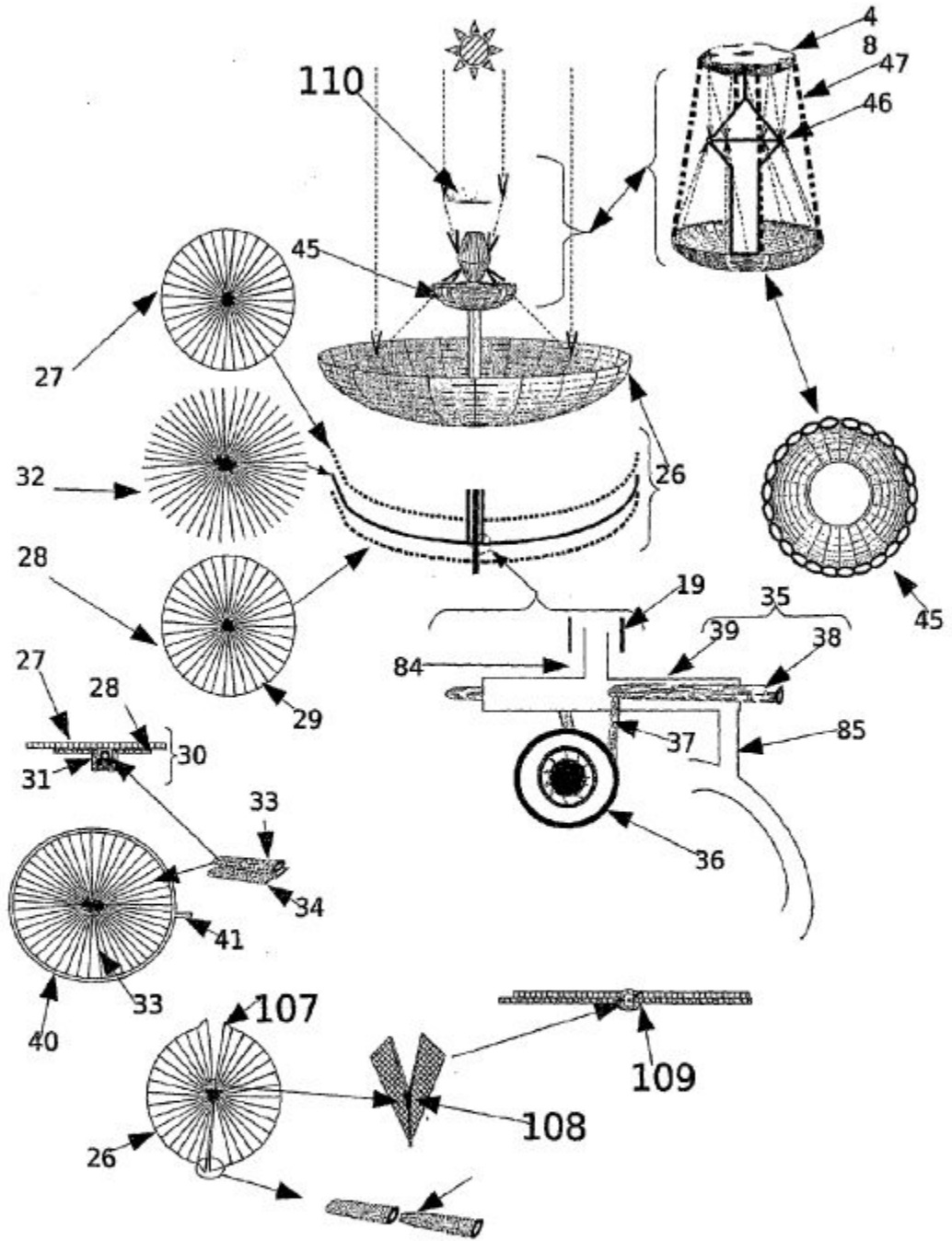


Fig2

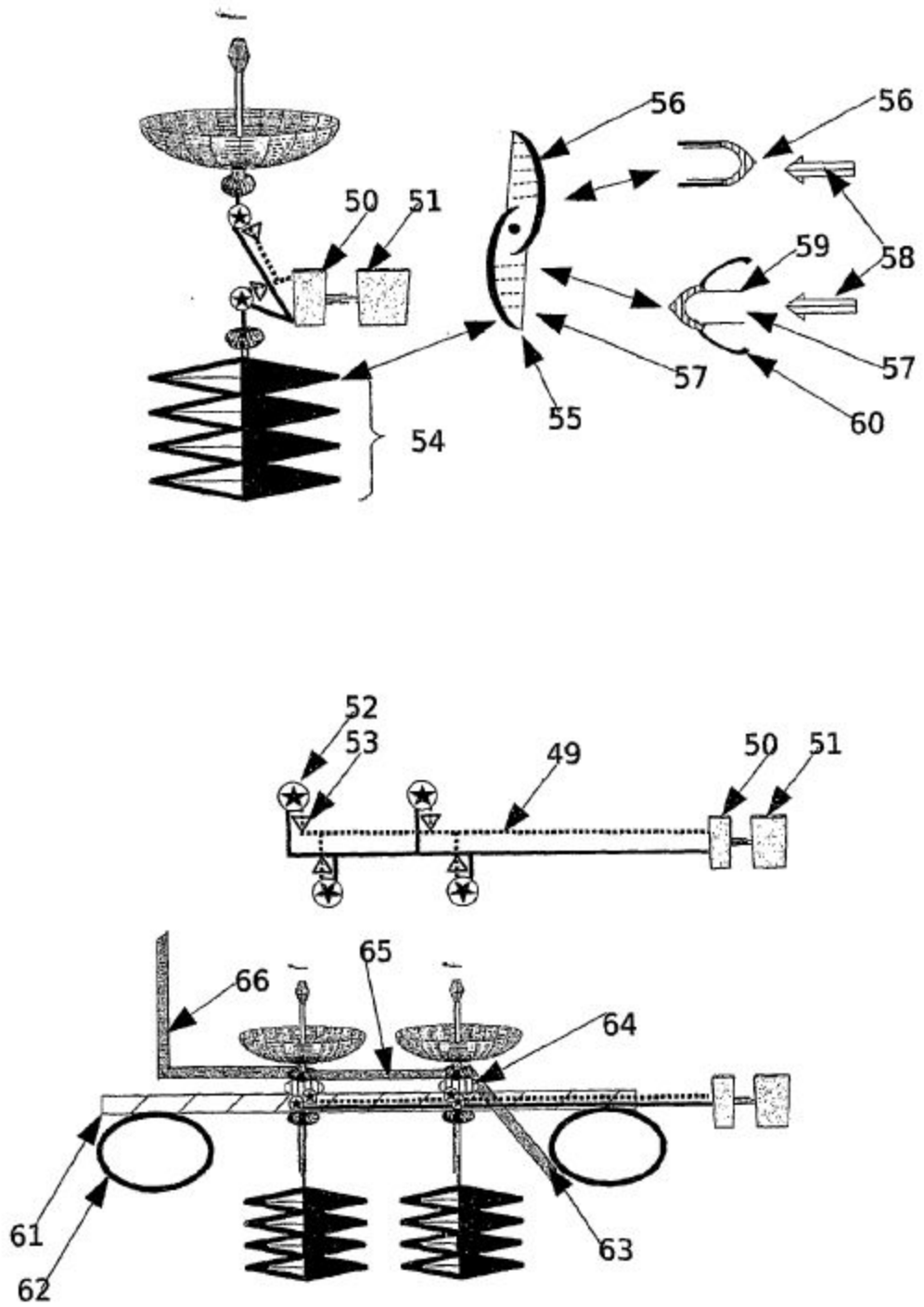
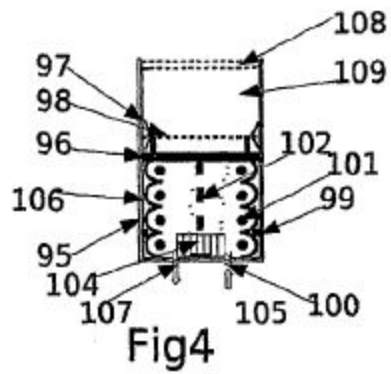
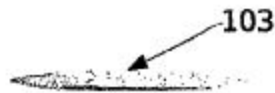
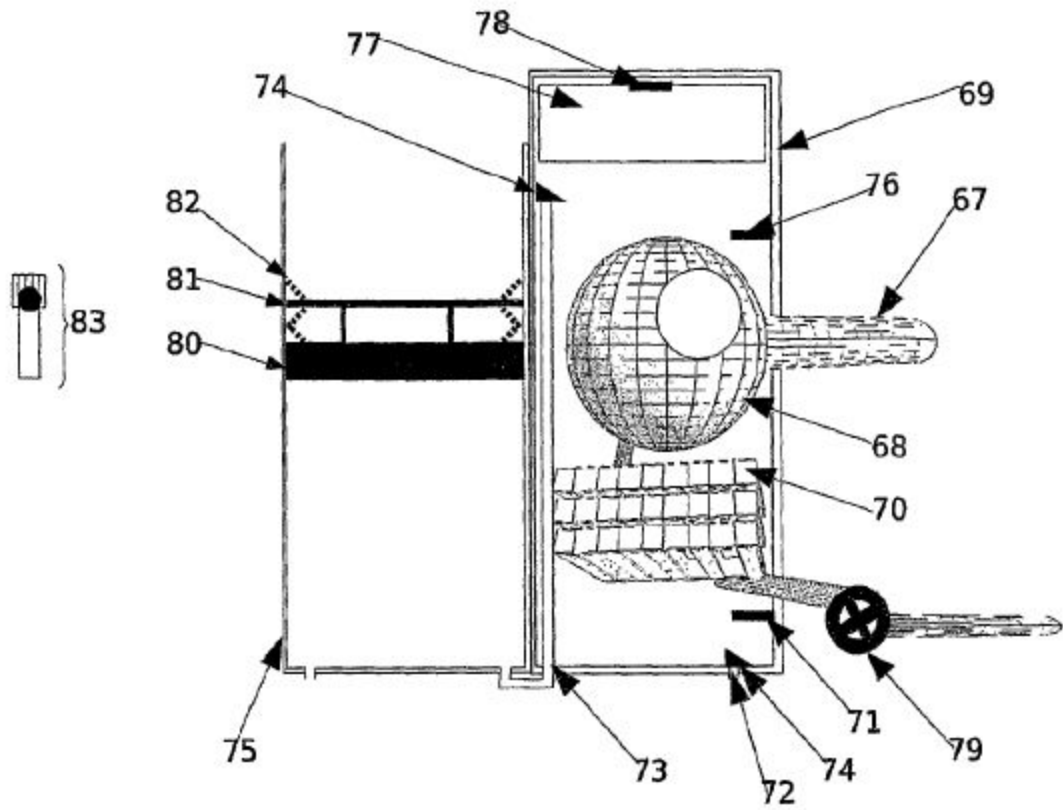


Fig3



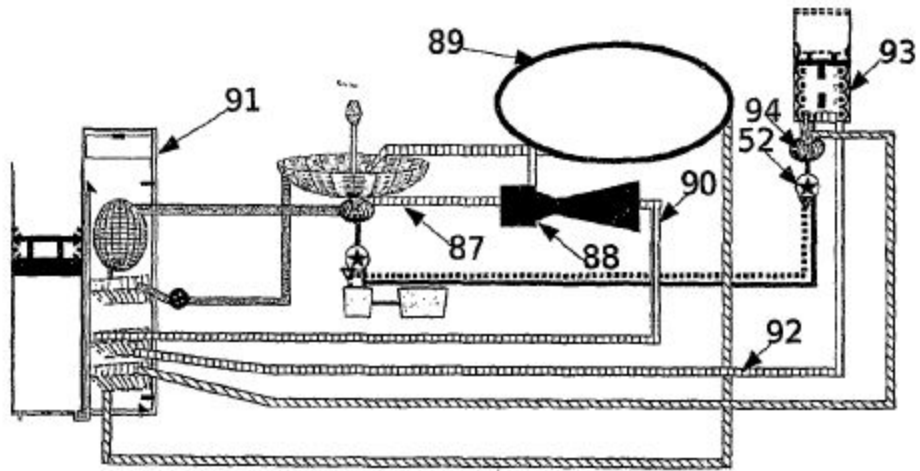


Fig5

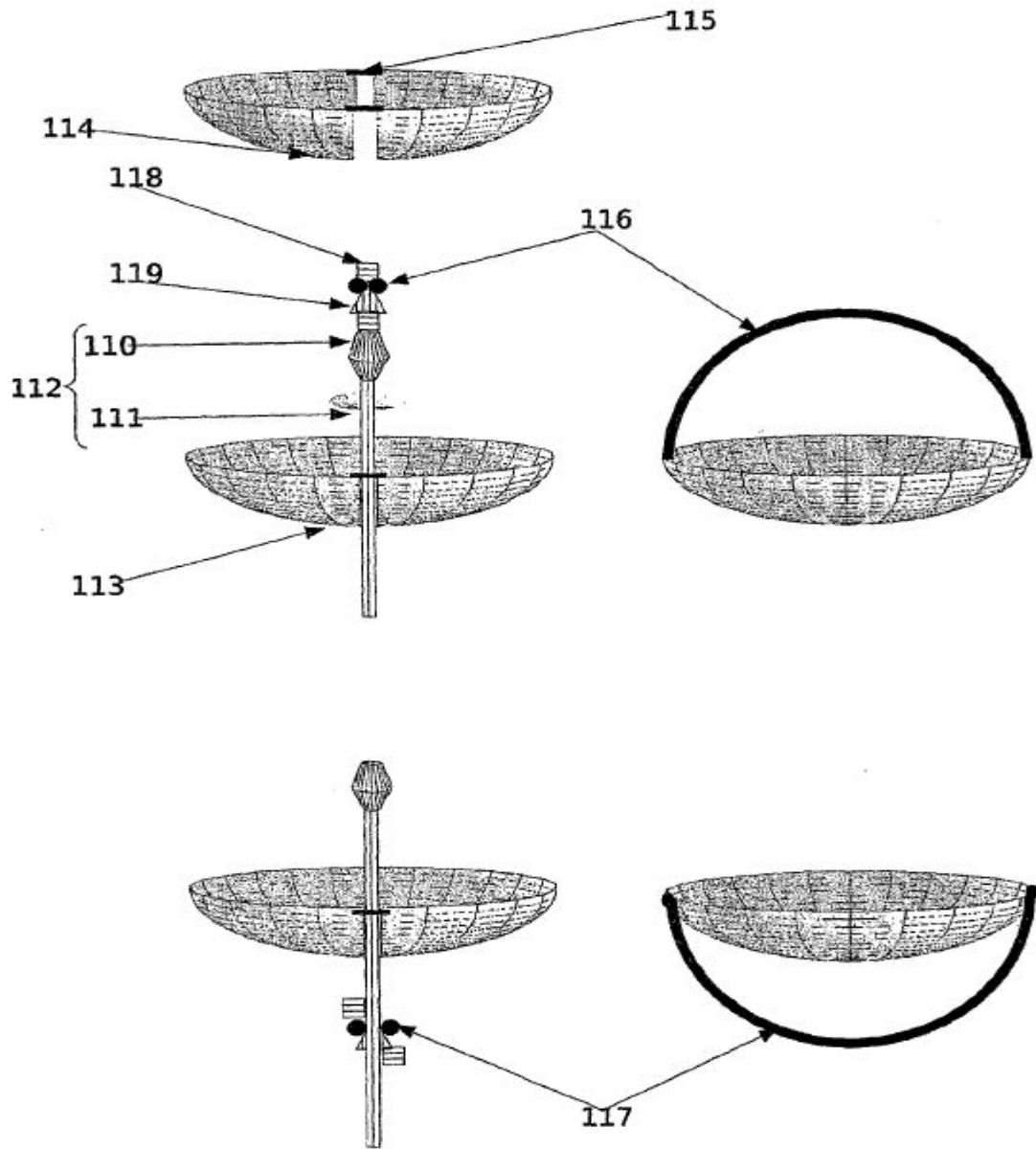


Fig6