

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 531 273**

51 Int. Cl.:

**F24J 2/34** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.03.2010 E 10710904 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.12.2014 EP 2406557**

54 Título: **Instalación solar**

30 Prioridad:

**13.03.2009 FR 0901207**

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

**12.03.2015**

73 Titular/es:

**MOTEURS LEROY-SOMER (100.0%)  
Boulevard marcellin Leroy  
16000 Angouleme, FR**

72 Inventor/es:

**COUPART, ERIC**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

**ES 2 531 273 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

Instalación solar.

5 La presente invención se refiere al almacenamiento de energía y a la producción de energía eléctrica a partir de energía solar.

10 Es conocido recuperar el calor de origen solar con la ayuda de un fluido caloportador que circula en unas canalizaciones entre una zona de calentamiento, definida por ejemplo por el foco de un espejo parabólico de un captador solar, y una zona de restitución del calor, definida por ejemplo por un intercambiador de calor, y después transformar la energía térmica así recuperada en energía mecánica, con el fin de arrastrar por ejemplo un alternador.

15 El uso de un fluido caloportador obliga a garantizar la estanqueidad de la circulación de éste y, además, en ausencia de sol, se detiene la producción eléctrica.

Así, es interesante prever en una central solar unos medios de almacenamiento de energía con el fin de permitir una continuación de la producción de electricidad en caso de luz solar insuficiente.

20 Teniendo en cuenta el coste de estos medios de almacenaje de energía, la central está prevista con una potencia importante, lo cual implica numerosos captadores en una amplia extensión, de tal manera que la producción eléctrica siga siendo geográficamente localizada, lo cual puede plantear problemas de transporte de electricidad y limita la utilización de la energía solar en el territorio.

25 Para producir energía eléctrica a partir de energía solar, se utilizan también unas células fotovoltaicas. Con el fin de regular la producción de energía eléctrica, se utilizan frecuentemente unos acumuladores, lo cual plantea un problema de coste y de mantenimiento.

30 El documento US nº 4.205.656 describe un sistema de almacenamiento de energía solar, que comprende unos contenedores esféricos que contienen un material con cambio de estado.

La solicitud GB 2 447 864 enseña el transporte de unos módulos que comprenden un material con cambio de estado desde un lugar de calentamiento, constituido por ejemplo por un motor térmico, a un lugar de utilización, por ejemplo unas habitaciones.

35 El documento US nº 4.136.668 describe una instalación y un procedimiento que utilizan una etapa de recuperación de la energía solar.

40 La invención pretende proponer una nueva instalación solar que sea relativamente sencilla de realizar, de rendimiento satisfactorio, y compatible con una implantación a gran escala.

Según uno de sus aspectos, la invención tiene por objeto una instalación solar, según la reivindicación 1.

45 Las zonas de calentamiento y de recuperación térmica están ventajosamente alejadas la una de la otra con el fin de generar la menor sombra posible sobre el captador. La zona de recuperación puede, por ejemplo, estar colocada detrás del captador.

El material anterior tiene ventajosamente una capacidad térmica superior a  $0,5 \text{ kJ k}^{-1}\text{kg}^{-1}$  y un calor latente superior a  $200 \text{ kJ kg}^{-1}$ .

50 Gracias a la invención, la producción de electricidad se puede escalonar durante un día entero a partir de la energía térmica almacenada a alta temperatura durante la jornada de sol, en particular en forma de calor latente.

En caso de ausencia transitoria de sol, debido a nubes, la energía térmica acumulada sirve de tampón y no afecta inmediatamente a la producción eléctrica.

55 Gracias a un escalonado de la producción de este tipo, es posible dividir entre más de dos el tamaño del convertidor termodinámico asociado a la instalación, así como el tamaño de las líneas eléctricas de conexión a la red de distribución, lo cual es particularmente ventajoso para los sitios de producción aislados, alejados de los lugares de consumo de electricidad.

60 A la inversa, es posible dimensionar si se desea el convertidor termodinámico con el fin de permitir que produzca en un momento preciso del día, en particular durante la noche o en el momento de los picos de consumo eléctrico, la potencia eléctrica deseada, independientemente del tamaño y de la potencia del captador solar.

65 Además, el mantenimiento de la instalación se puede realizar según unas técnicas habituales.

La energía térmica de baja temperatura que resulta del enfriamiento del convertidor termodinámico se puede utilizar localmente, llegado el caso, por ejemplo para el calentamiento de agua sanitaria o de habitaciones.

5 La invención permite repartir varias instalaciones sobre la red eléctrica en lugar de concentrar los captadores en un mismo lugar, lo cual es el caso de las centrales solares habituales que incluyen un almacenamiento de energía con unos fluidos caloportadores dentro de un circuito complejo.

10 El contenedor es arrastrado en rotación sobre sí mismo. El contenedor puede atravesar el captador solar. El contenedor es de forma anular, lo cual facilita su puesta en movimiento y su desplazamiento en bucle cerrado entre las zonas de calentamiento y de recuperación térmica.

La instalación puede comprender varios contenedores, solidarios entre sí, por ejemplo dispuestos lado con lado, de uno a continuación de otro o entrelazados, o unidos entre sí por unos eslabones o articulaciones, o de otra manera.

15 El material con cambio de estado sólido/líquido puede comprender aluminio, en particular estar constituido esencialmente por aluminio. La utilización de aluminio puede permitir un almacenamiento no contaminante y reciclable, con unos materiales fácilmente disponibles.

20 El convertidor termodinámico puede comprender por lo menos un motor Stirling o similar o una turbina a vapor, entre otras posibilidades.

25 La zona de calentamiento puede estar situada sustancialmente en el foco de un espejo parabólico, cuyo diámetro de abertura está comprendido, por ejemplo, entre 2 y 10 m. Como variante, varios espejos, por ejemplo planos, esféricos o parabólicos, pueden concentrar la luz hacia la zona de calentamiento.

30 La instalación puede comprender un generador de calor anexo, para calentar el o los contenedores o el convertidor termodinámico. En caso de ausencia prolongada de sol, la producción de energía eléctrica puede estar asegurada por este generador de calor anexo, calentando el o los contenedores y restituyendo el calor al convertidor termodinámico o como variante calentado directamente el convertidor termodinámico. El generador de calor anexo puede utilizar cualquier fuente de energía fósil. La presencia de un quemador puede permitir así prolongar la producción de energía quemando un combustible, sin recurrir a un grupo electrógeno o a una central térmica clásica.

El contenedor puede ser solidario a un sistema de orientación del captador.

35 La invención puede permitir, gracias a unas mediciones de temperatura, conocer la energía almacenada por la instalación, y se puede utilizar un sistema de transmisión de informaciones para avisar lo suficientemente pronto a un administrador de una red eléctrica a la que está conectada la instalación, la necesidad o no de activar una eventual fuente de emergencia externa o el generador de calor anexo antes citado. El administrador de la red eléctrica también puede tener en cuenta las previsiones de sol en una escala de 24 horas, para tomar la decisión.

40 En la zona de calentamiento, el calor puede ser transmitido al contenedor directamente exponiendo a la luz el contenedor o como variante por medio de cualquier elemento calentado por la luz.

45 El contenedor se puede desplazar, por lo menos en una parte de su trayectoria, en el seno de una cubierta térmicamente aislante, en particular entre las zonas de calentamiento y de recuperación.

50 En un ejemplo de realización de la invención, se utiliza para acumular la energía térmica por lo menos un contenedor de forma anular formado por varios tramos de tubos curvos unidos entre sí por unos tapones, conteniendo cada tramo el material antes citado. Cuando se utilizan varios contenedores de forma anular agrupados en haz, estos contenedores pueden estar formados cada uno por varios tramos de tubos curvos unidos entre sí por unos tapones, y los tapones pueden asegurar la solidarización entre ellos, no sólo de dos tramos consecutivos de un mismo contenedor anular, sino también unos contenedores anulares entre ellos. Diferentes compartimientos de un mismo contenedor de forma anular, formados por dichos tramos, pueden contener cada uno el material, sin comunicación entre los compartimientos.

55 En un ejemplo de realización de la invención, en particular cuando se utilizan varios contenedores de forma anular reunidos en haz, estos contenedores pueden ser divididos en dos grupos que giran en sentido contrario, lo cual permite homogeneizar más fácilmente la temperatura de los contenedores.

60 Los contenedores del haz pueden estar dispuestos alrededor de una armadura interna de forma anular, que puede ser maciza y acumular energía térmica, estando dispuestos ventajosamente alrededor de la misma cubierta térmicamente aislante que el o los contenedores. El o los contenedores pueden rodar por ejemplo sobre esta armadura interna, estando los rodamientos dispuestos por ejemplo de tal manera que una rotación relativa de un grupo de contenedores con respecto a esta armadura interna provoque una rotación en el sentido inverso del otro grupo de contenedores.

65

La armadura interna puede ser interrumpida en particular en la zona de calentamiento, con el fin de no interrumpir la transmisión de la luz del foco hacia el o los contenedores, y puede también ser interrumpida, si es necesario, en la zona de recuperación.

5 Para realizar el o los contenedores, se utiliza preferentemente un material que resiste por lo menos 200°C, mejor 700°C, aún mejor 800°C. Cuando no se utiliza ningún material con cambio de estado sino únicamente un material de acumulación de calor sensible, se puede realizar llegado el caso el contenedor de manera monolítica con una sección maciza para acumular el calor sensible.

10 Para realizar la cubierta térmicamente aislante, se puede utilizar por ejemplo una estructura multicapa con un vacío entre por lo menos dos capas.

La invención tiene también por objeto, según otro de sus aspectos, un procedimiento de conversión de energía solar en energía mecánica según la reivindicación 9.

15 El contenedor forma un bucle, al ser de forma anular, y arrastrado sobre sí mismo en rotación.

El contenedor puede ser desplazado en continuo con relación a la zona de calentamiento de manera que se uniformice la temperatura del contenedor y del material dentro de él.

20 Durante la recuperación de la energía térmica acumulada por el o los contenedores, este o estos últimos pueden ser desplazados por incrementos. Por ejemplo, el o los contenedores pueden ser inmovilizados temporalmente con relación a la zona de recuperación térmica, lo cual permite por ejemplo un apriete del o de los contenedores contra una superficie de transferencia de calor durante el tiempo necesario para la transferencia térmica. A continuación, el  
25 o los contenedores pueden ser desplazados en una cierta distancia para llevar una nueva parte del o de los contenedores o de otros contenedores a la zona de recuperación térmica.

La zona de recuperación térmica puede comprender una o varias mordazas y un medio de desplazamiento de estas mordazas con relación a los contenedores, siendo las mordazas accionadas para llevar el o los contenedores al  
30 contacto con una superficie de transferencia térmica, con el fin de facilitar la transferencia de calor, en el momento de la restitución de la energía térmica acumulada por el o los contenedores. Las mordazas pueden ser accionadas para separar la superficie de transferencia del o de los contenedores durante el desplazamiento de estos últimos si es necesario.

35 El contenedor o el convertidor termodinámico puede ser sometido al calor producido por un generador de calor anexo, en ausencia o en caso de sol insuficiente, como se ha mencionado más arriba.

Se describe también una instalación solar que comprende un sistema de almacenamiento de energía térmica que comprende un elemento apto para acumular calor sensible y/o calor latente, desplazado en bucle cerrado con  
40 relación a una zona de calentamiento, por lo menos parcialmente dentro de un recinto térmicamente aislante. Esta instalación puede comprender una zona de recuperación térmica. Esta instalación puede comprender varios contenedores tales como los definidos anteriormente, por ejemplo de forma anular o en cadena.

45 La invención se entenderá mejor con la lectura de la descripción detallada siguiente, de ejemplos de realización no limitativos de ésta, y con el examen de los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 representa, de manera esquemática y parcial, un ejemplo de instalación realizada de acuerdo con la invención,
- 50 - la figura 2 representa otro ejemplo de instalación según la invención,
- la figura 3 representa la instalación de la figura 2, sin espejo,
- la figura 4 es una vista lateral de la instalación de la figura 2,
- 55 - la figura 5 representa el contenedor así como los sistemas de recogida de energía luminosa y de recuperación de energía térmica,
- la figura 6 representa, en sección y de manera esquemática, el sistema de recogida de energía luminosa,
- 60 - la figura 7 es una vista análoga a la figura 5, de una variante de realización de la instalación,
- la figura 8 es una sección del sistema de recogida de energía luminosa,
- 65 - la figura 9 es una sección del sistema de recuperación,

- la figura 10 es una sección de la instalación de la figura 8 en un plano perpendicular.

Se ha representado de manera esquemática en la figura 1 un primer ejemplo de instalación 1 realizada de acuerdo con la invención, para el almacenamiento de energía solar y la producción de energía eléctrica a partir de la energía térmica almacenada.

La instalación comprende por lo menos un contenedor 2 que contiene un material M con cambio de estado sólido/líquido, por ejemplo aluminio, pudiendo el conjunto contenedor/material constituir un módulo móvil.

La instalación 1 comprende también por lo menos un captador solar 3 que permite elevar la temperatura del material M contenido en por lo menos un contenedor 2 cuando este último está en una zona de calentamiento 4, que coincide por ejemplo sustancialmente con el foco de un espejo parabólico.

La instalación 1 comprende, en una zona de recuperación 12, un sistema de recuperación 8 de la energía térmica almacenada por el material M de por lo menos un contenedor 2, estando este sistema de recuperación 8 asociado a un convertidor termodinámico que comprende por ejemplo un intercambiador 9 y un motor Stirling 6 acoplado a un generador eléctrico 11 conectado a una red eléctrica R.

En un ejemplo de realización de la invención, como se ilustra en la figura 1, la instalación comprende varios contenedores 2 que contienen cada uno una cierta cantidad del material M, así como unos medios de transporte que permiten desplazar los contenedores 2 entre la zona de calentamiento 4 y la zona de recuperación 12. Los contenedores 2 pueden estar unidos entre sí o ser independientes. También se pueden utilizar un contenedor 2 único o varios contenedores dispuestos lado con lado, como se ejemplifica más adelante.

Los medios de transporte pueden transportar el o los contenedores 2 desde la zona de calentamiento 4 hacia la zona de recuperación 12, y después desde la zona de recuperación 12 hacia la zona de calentamiento 4, pasando, llegado el caso, por una o varias zonas de almacenamiento intermedias.

El almacenamiento de energía se puede realizar transportando los contenedores desde una zona de almacenamiento a baja temperatura en la que los módulos pueden ser almacenados a la espera de utilización hacia la o las zonas de calentamiento. Una vez calentado y fundido el material fusible M contenido en el interior, se puede almacenar un módulo en una zona de almacenamiento caliente aislada térmicamente, a la espera del desalmacenamiento de energía, que se puede realizar transportando los módulos desde la zona de almacenamiento caliente hacia la o las zonas de recuperación de energía térmica.

Llegado el caso, tal como se ilustra, la instalación 1 puede comprender un generador de calor anexo 13 que permite calentar el material M o el convertidor termodinámico en ausencia de sol o en caso de sol insuficiente, con el fin de poder utilizar como medio de producción de electricidad el sistema de recuperación 8 y evitar así la necesidad de un generador de electricidad suplementario.

El generador de calor anexo 13 puede comprender uno o varios quemadores de energía fósil.

El o los contenedores 2 que contienen el material M pueden presentarse en forma de módulos de cualquier forma adecuada para su transporte, así como para la recogida de energía luminosa y para la restitución de la energía térmica.

Un contenedor 2 comprende, por ejemplo, una cubierta de acero. La forma de los contenedores puede ser esférica, cilíndrica, tórica, paralelepípedica u otra. La cubierta de un contenedor se puede realizar para resistir al aluminio líquido y al impacto de la luz en el foco del captador.

En la figura 2, se ha representado una instalación 1 según una variante de realización de la invención, que comprende un contenedor 2 de forma anular alrededor de un eje que es, por ejemplo, como se ilustra, perpendicular a un eje de simetría del captador 3. El contenedor 2 puede ser guiado en desplazamiento por una estructura de guiado 20 solidaria a una estructura de soporte 21 de un espejo parabólico del captador. Se puede prever una motorización 23 para arrastrar en rotación el contenedor 2 sobre sí mismo.

El tamaño del contenedor 2 se puede seleccionar con el fin de permitir acumular la energía de un día de sol, por ejemplo para restituirla durante la noche.

El contenedor 2 puede atravesar el espejo del captador 3 gracias a las aberturas 25, como se puede ver en la figura 2.

El captador 3 está soportado ventajosamente por un sistema de orientación que pretende permitir que siga al sol, equipado con motorizaciones 26 y 27.

El contenedor 2 contiene el material M con cambio de estado sólido/líquido y una porción dada del contenedor 2

puede ser desplazada entre una zona de calentamiento 4 y una zona de restitución 12, gracias a la motorización 23. El contenedor 2 es por ejemplo arrastrado en rotación en continuo durante el almacenamiento, y por incrementos durante la restitución.

5 El contenedor 2 puede circular en el interior de una cubierta 30 térmicamente aislada, de forma general anular, que puede ser solidaria a un sistema de recogida de energía luminosa 35 y a un sistema 40 de restitución de la energía térmica almacenada. Esta cubierta 30 puede ser de estructura multicapa, con, por ejemplo, un vacío entre dos capas adyacentes.

10 El sistema de recogida 35 puede comprender, como se observa en la figura 6, una abertura 42, destinada a recibir la radiación luminosa concentrada en el foco del espejo parabólico y transmitir por conducción y/o radiación el calor al contenedor 2 y al material contenido en éste, en particular a nivel de la porción del contenedor 2 que atraviesa el sistema de recogida 35. El contenedor 2 puede eventualmente estar expuesto directamente a la luz en el foco del captador.

15 El sistema de recuperación 40 puede comprender cualquier intercambiador de calor adecuado para recuperar la energía térmica almacenada por el material M.

20 El sistema de recuperación 40 puede comprender eventualmente un quemador para permitir la producción de energía en ausencia de sol y el agotamiento de la energía térmica acumulada en el contenedor.

25 La variante ilustrada en las figuras 7 a 10 comprende varios contenedores 2 reunidos en haz anular, con el haz con una sección abierta radialmente hacia el interior. Cada uno de los contenedores de forma anular, por ejemplo tórica, puede estar formado por varios tramos de tubos curvos ensamblados uno a continuación del otro para formar un toro. El ensamblaje de los tramos se puede realizar por unos tapones que permiten así compartimentar el toro, pudiendo cada compartimiento estar relleno con el material M, por ejemplo con aluminio.

30 Los tapones utilizados para ensamblar los tramos pueden también mantener los contenedores anulares entre sí para formar el haz. Puede ser ventajoso disociar el haz en dos grupos de contenedores, por ejemplo dos grupos 120a y 120b de cinco contenedores, como se ilustra en la figura 8, que corresponden cada uno a una mitad del haz, pudiendo estos dos grupos girar en sentido inverso. El haz puede ser soportado por una armadura interna 95 que se observa en particular en la figura 10, en la que los contenedores pueden rodar, estando la armadura 95 contenida en la cubierta térmicamente aislante 30 y estando interrumpida a nivel de la zona de calentamiento y de la zona de restitución térmica. Los rodamientos utilizados para guiar los contenedores en rotación sobre la armadura interna 35 pueden estar configurados para que la rotación en un sentido de uno de los grupos del haz se acompañe de la rotación en sentido inverso del otro grupo del haz. La armadura interna 95 está unida en su parte interrumpida por una pieza 96 que define la abertura de la zona de calentamiento. La luz puede ser focalizada en el foco del captador en el interior del haz, estando los contenedores por ejemplo expuestos directamente a la luz.

40 Se observa en la figura 9 que el sistema de recuperación de la energía térmica puede comprender un conducto 50 recorrido por un fluido caloportador que se extiende alrededor del haz de contenedores 2.

45 Se ha ilustrado en la figura 9 la posibilidad para la zona de recuperación de comprender unas mordazas 99 accionadas por un sistema de levas 102 con el fin de aplicar los contenedores 2 contra una superficie 104 de transferencia térmica, en una fase de recuperación del calor contenido en los contenedores.

50 Las mordazas 99 presionan los contenedores 2 contra la superficie de transferencia 104 en la fase de restitución, y las mordazas 99 son accionadas de manera que liberen los contenedores 2 cuando es necesario desplazar estos últimos para llevar una nueva porción u otros contenedores al contacto con la superficie de transferencia térmica 104.

55 Durante las horas de sol, los dos grupos 120a y 120b de contenedores 2 pueden ser desplazados en sentidos contrarios en continuo de manera que acumulen la energía térmica y durante la fase de restitución de energía térmica, los grupos de contenedores 120a y 120b pueden ser desplazados por incrementos, según un movimiento intermitente con inmovilización durante la fase de restitución del calor.

60 Se puede ver en la figura 9 que la zona de recuperación puede estar provista de aletas 130 sometidas al calor liberado por combustión de uno o más quemadores del generador de calor anexo. El conducto 50 puede contener, por ejemplo, el gas de un motor Stirling o vapor que alimenta una turbina a vapor, y puede estar asociado a un sólo motor Stirling o a una sola turbina de vapor. Como variante, varias zonas de recuperación del calor pueden estar asociadas a un mismo convertidor termodinámico. Por ejemplo, una turbina de vapor puede estar alimentada con vapor por varias instalaciones que comprenden cada una el captador, el sistema de almacenamiento de energía, y una zona de recuperación del calor.

**Ejemplos**

Ejemplo según la invención

5 Los cálculos siguientes se refieren a un convertidor termodinámico que comprende un motor Stirling que arrastra un generador eléctrico.

Material fusible: aluminio

- 10
- o T° de fusión 658°C, densidad 2,6 kg/dm<sup>3</sup>
  - o calor de fusión específico 377 kJ/kg = 0,105 kWh/kg = 273 Wh/dm<sup>3</sup>
  - o capacidad térmica (calor sensible) 0,879 kJ/(kgK).

Se supone que se utiliza un litro de material fusible, y un contenedor de acero de 1 mm de grosor, de un litro.

15 La zona de calentamiento está definida por el foco de un captador solar con espejo parabólico.

Se utiliza para el convertidor termodinámico una fuente fría a 60°C (convección aire ambiente).

20 Cálculo para un litro de aluminio:

- o 0,273kWh de calor latente convertible en energía mecánica por Stirling con 0,8 veces el rendimiento de Carnot, es decir  $0,8 \cdot (1 - (60 + 273) / (658 + 273)) / 100 = 51\%$ , y después el 90% de rendimiento de conversión eléctrica, es decir el 45,9%, lo cual da 0,125 kWh eléctrico y 0,148 kWh térmico a 60°C.

- 25
- o Calor sensible de 200°C a 658°C:  $458 \cdot 0,879 / 3600 \cdot 2,6 \text{ kg} = 0,29 \text{ kWh}$  convertible en energía mecánica por Stirling con 0,8 veces el rendimiento de Carnot, es decir  $0,8 \cdot (1 - (60 + 273) / ((658 + 200) / 2 + 273)) / 100 = 42\%$ , y después el 90% de rendimiento de conversión eléctrica, es decir el 37,8%, lo cual da 0,109 kWh eléctrico y 0,181 kWh térmico a 60°C.

- 30
- o Calor sensible de 60°C a 200°C:  $140 \cdot 0,879 / 3600 \cdot 2,6 \text{ kg} = 0,089 \text{ kWh}$  térmico (se supone una recuperación a 60°C)

- 35
- o Calor sensible de 10°C a 60°C:  $50 \cdot 0,879 / 3600 \cdot 2,6 \text{ kg} = 0,0317 \text{ kWh}$  térmico (no recuperable)

- o Balance de almacenamiento por módulo de 1 litro y 2,6 kg:

- El potencial total térmico recuperable a 60°C es de  $0,273 + 0,290 + 0,089 = 0,652 \text{ kWh}$

40 - El rendimiento de conversión térmica/eléctrica del almacenamiento sin bajar la temperatura del aluminio más allá de 200°C es de  $(0,125 + 0,109) / (0,273 + 0,29) = 0,234 / 0,563 = 41,5\%$ .

45 Si se supone un rendimiento de captación solar del 80%, en el caso de una necesidad de producción de energía eléctrica solar de 3 kW 24h/24, con producción solar durante 8h, el almacenamiento será de  $3 \text{ kW} \cdot 16 \text{ horas} = 48 \text{ kWh}$  eléctrico, con un peso de 533 kg de aluminio (0,205 m<sup>3</sup>).

50 La potencia eléctrica será de 3 kW en continuo día y noche. La potencia térmica del captador solar será de  $3 \text{ kW} \cdot 24 \text{ h} / 8 \text{ h} / 41,5\% / 80\% = 27 \text{ kW}$ . Para 850 W/m<sup>2</sup> de luz solar, la superficie de abertura del espejo parabólico será de  $27 / 0,85 = 32 \text{ m}^2$ , es decir un diámetro de 6,4 m.

Si el contenedor, de forma tórica, tiene un diámetro de toro igual al diámetro del espejo parabólico, la sección del toro es  $0,205 / 6,4 / 3,14 = 0,0102 \text{ m}^2$ , es decir por ejemplo una sección de 5 cm de grosor y 20 cm de ancho.

55 Si se supone que el rendimiento de captación solar es del 80%, el rendimiento de la restitución eléctrica del almacenamiento del 41,5%, es decir un rendimiento solar/eléctrico que incluye el almacenamiento del 33,2%, es decir cerca de 3 veces el de las células fotovoltaicas pero además con agua caliente a 60°C utilizable y con una capacidad muy alta de almacenamiento, y por lo tanto de desacoplamiento horario de producción/horario de utilización. Además, la energía de emergencia mediante energía fósil es directa por quemador sin instalación suplementaria.

60 Ejemplo comparativo

Suponiendo un rendimiento con células fotovoltaicas del 12% y baterías carga/descarga del 70%, el rendimiento solar/eléctrico que incluye almacenamiento es del 8,4%.

65 Por lo tanto, gracias a la invención, se puede obtener 2,4 veces menos de superficie de captación para la misma

producción de energía eléctrica, sabiendo que la energía térmica es captada y utilizable. La energía solar total captada por  $m^2$  es por lo tanto de más de 6 veces la de las células fotovoltaicas si se tiene en cuenta la energía restante a  $60^{\circ}C$ .

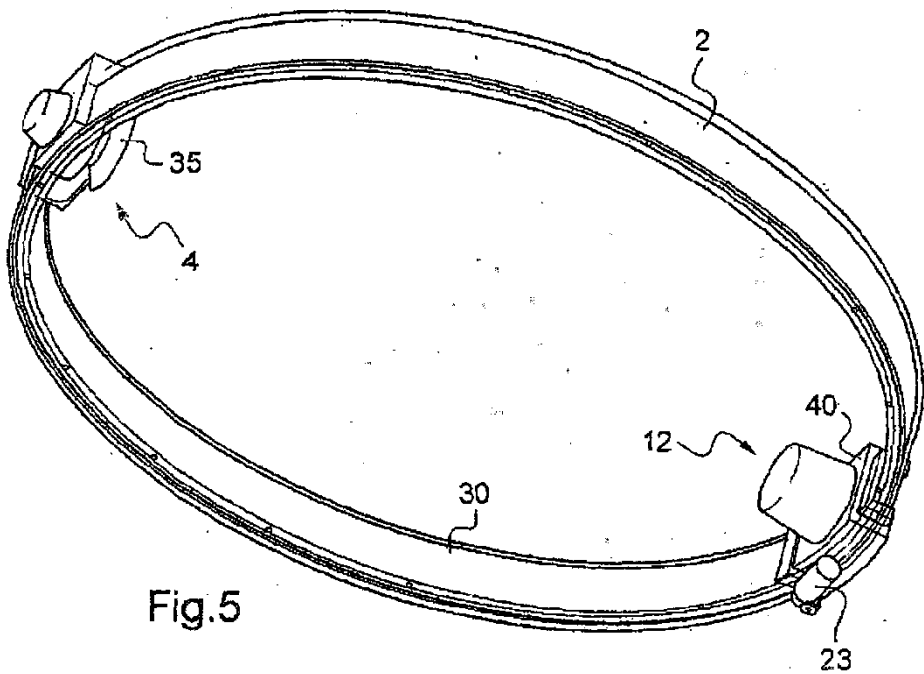
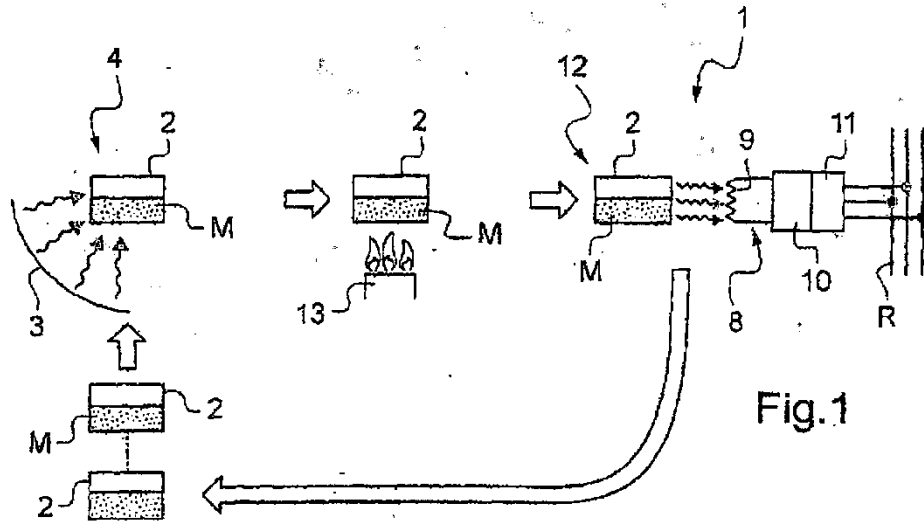
- 5 La invención no está limitada a los ejemplos descritos. Se pueden utilizar otros convertidores termodinámicos. La zona de recuperación de energía puede estar situada en otra parte diferente de la parte trasera del captador.

La expresión "que comprende un" es sinónima de "que comprende por lo menos un".



**REIVINDICACIONES**

1. Instalación solar (1) de producción de energía mecánica y/o eléctrica, que comprende:
- 5 - un convertidor termodinámico,
  - por lo menos un captador solar (3) para reenviar la luz solar hacia una zona de calentamiento (4),
  - 10 - por lo menos una zona de recuperación térmica (12),
  - por lo menos un contenedor (2) de forma anular que contiene un material (M) apto para acumular calor sensible y preferentemente con cambio de estado sólido/líquido,
  - 15 - por lo menos un sistema de arrastre del contenedor para desplazar por lo menos una parte de éste con relación a la zona de calentamiento (4) y la zona de recuperación térmica (12),
- siendo el contenedor (2) arrastrado en rotación sobre sí mismo.
2. Instalación según la reivindicación 1, siendo el material con cambio de estado sólido/líquido y comprendiendo aluminio, estando en particular constituido esencialmente por aluminio.
3. Instalación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, siendo el convertidor termodinámico un motor Stirling.
- 25 4. Instalación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, estando la zona de calentamiento situada sustancialmente en el foco de un espejo parabólico.
5. Instalación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un generador de calor anexo para calentar el contenedor (2) recuperando la energía térmica almacenada en el contenedor.
- 30 6. Instalación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, atravesando el contenedor (2) el captador (3).
7. Instalación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, siendo el contenedor (2) solidario a un sistema de orientación del captador.
- 35 8. Instalación según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, desplazándose el o los contenedores por lo menos sobre una parte de su trayecto dentro de una cubierta aislada térmicamente.
9. Procedimiento de conversión de energía solar en energía mecánica, que utiliza una instalación solar según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende las etapas que consisten en:
- 40 - someter por lo menos una parte de por lo menos un contenedor (2) que contiene un material (M) apto para acumular calor sensible y preferentemente con cambio de estado sólido/líquido, al calor producido por la concentración de energía luminosa en una zona de calentamiento (4),
  - 45 - desplazar dicha parte del contenedor así calentada con relación a la zona de calentamiento, en particular hacia una zona de recuperación térmica (12),
  - 50 - producir energía mecánica a partir de energía térmica acumulada por dicho material, restituida en la zona de recuperación térmica.
10. Procedimiento según la reivindicación anterior, siendo el contenedor desplazado en continuo durante la acumulación de energía y por intermitencia durante la restitución.
- 55 11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 9 y 10, estando dos grupos (120a, 120b) de contenedores desplazados en sentido inverso, de manera que se uniformice la temperatura del material (M) en su interior.



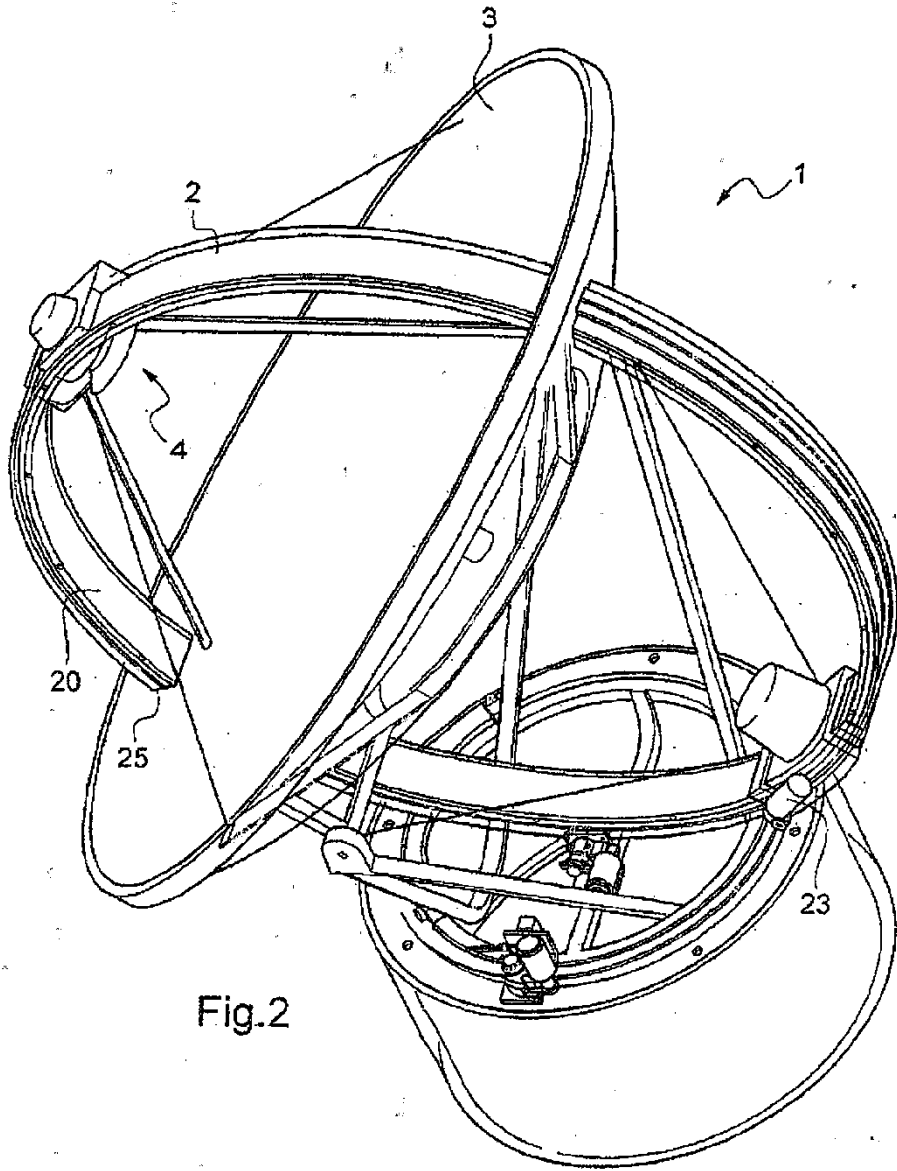
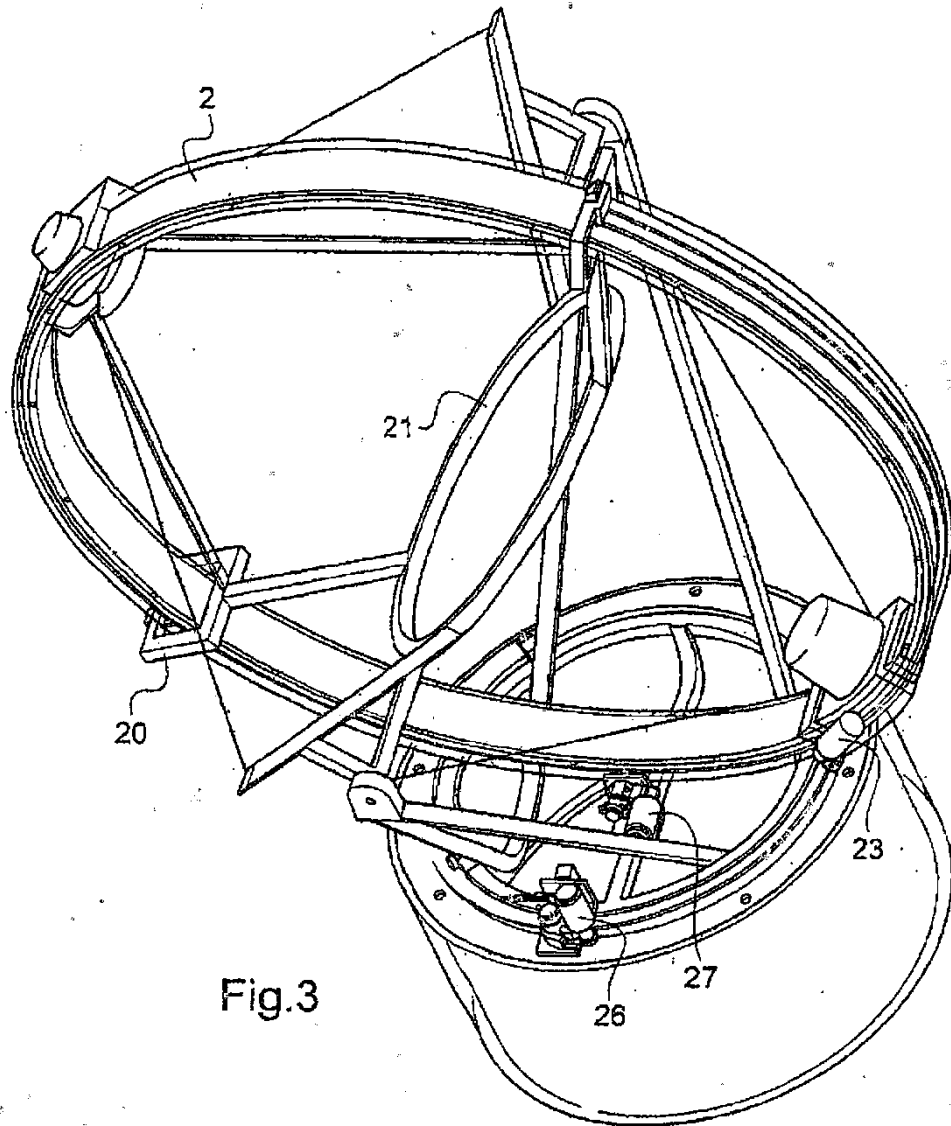


Fig.2



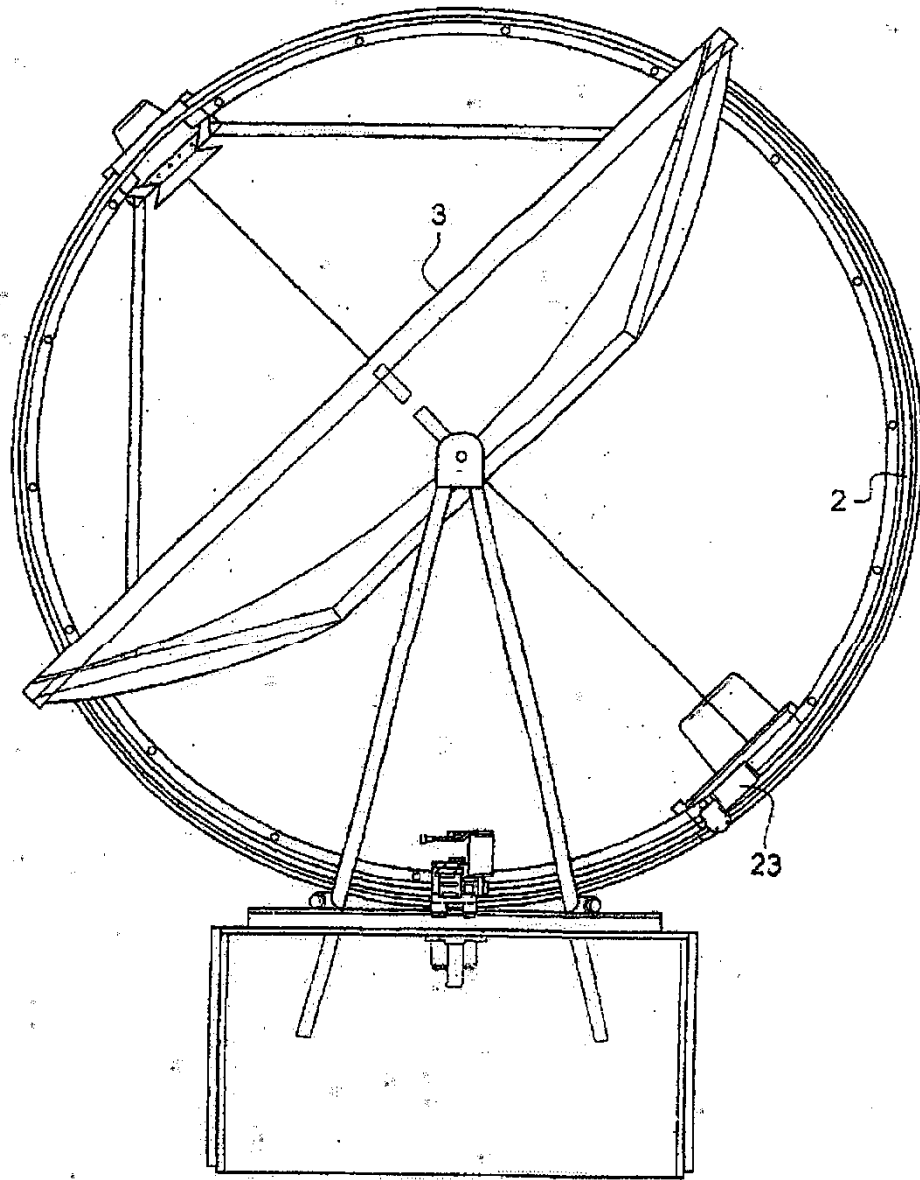


Fig.4

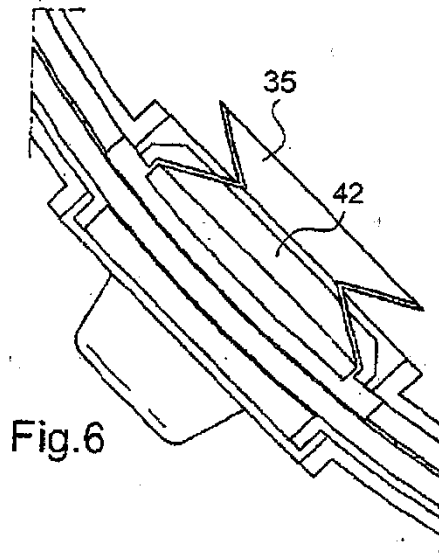


Fig.6

Fig.10

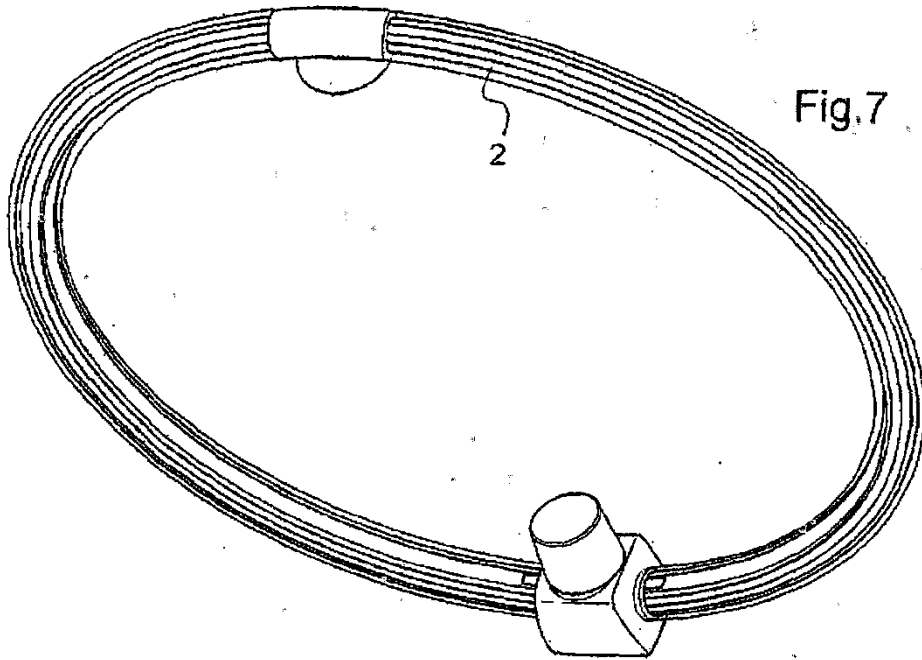
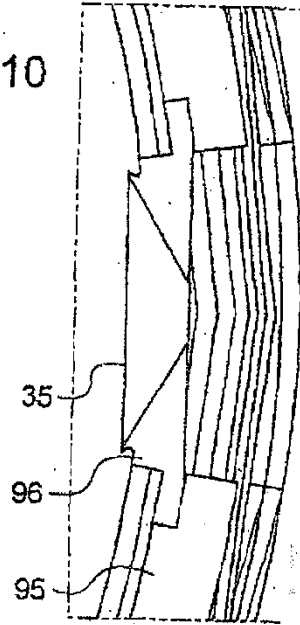


Fig.7

