



(51) Clasificación Internacional de Patentes:
F03G 6/06 (2006.01) *F24J 2/04* (2006.01)
F01K 3/00 (2006.01)

(21) Número de la solicitud internacional:
PCT/ES2010/000229

(22) Fecha de presentación internacional:
25 de mayo de 2010 (25.05.2010)

(25) Idioma de presentación: español

(26) Idioma de publicación: español

(30) Datos relativos a la prioridad:
P200930335 19 de junio de 2009 (19.06.2009) ES

(71) Solicitante (para todos los Estados designados salvo US): **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID** [ES/ES]; Calle Ramiro de Maeztu, 7, OTRI - Vicerrectorado de Investigación, Universidad Politécnica de Madrid, 28040 Madrid (ES).

(72) Inventores; e

(75) Inventores/Solicitantes (para US solamente): **MARTÍNEZ-VAL PEÑALOSA, José María** [ES/ES]; Calle Ramiro de Maeztu, 7, OTRI - Vicerrectorado de Investigación, Universidad Politécnica de Madrid, 28040

Madrid (ES). **VALDÉS DEL FRESNO, Manuel** [ES/ES]; Calle Ramiro de Maeztu, 7, OTRI - Vicerrectorado de Investigación, Universidad Politécnica de Madrid, 28040 Madrid (ES). **ABÁNADES VELASCO, Alberto** [ES/ES]; Calle Ramiro de Maeztu, 7, OTRI - Vicerrectorado de Investigación, Universidad Politécnica de Madrid, 28040 Madrid (ES). **AMENGUAL MATAS, Ruben** [ES/ES]; Calle Ramiro de Maeztu, 7, OTRI - Vicerrectorado de Investigación, Universidad Politécnica de Madrid, 28040 Madrid (ES). **PIERA CARRETÉ, Mireia** [ES/ES]; Calle Ramiro de Maeztu, 7, OTRI - Vicerrectorado de Investigación, Universidad Politécnica de Madrid, 28040 Madrid (ES). **MONTES PITA, María José** [ES/ES]; Calle Ramiro de Maeztu, 7, OTRI - Vicerrectorado de Investigación, Universidad Politécnica de Madrid, 28040 Madrid (ES). **ROVIRA DE ANTONIO, Antonio** [ES/ES]; Calle Ramiro de Maeztu, 7, OTRI - Vicerrectorado de Investigación, Universidad Politécnica de Madrid, 28040 Madrid (ES). **MUÑOZ ANTÓN, Javier** [ES/ES]; Calle Ramiro de Maeztu, 7, OTRI - Vicerrectorado de Investigación, Universidad Politécnica de Madrid, 28040 Madrid (ES).

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: SOLAR THERMAL POWER STATION WITH EXERGETIC MANAGEMENT OF HEAT

(54) Título : CENTRAL HELIO-TÉRMICA CON GESTIÓN EXERGÉTICA DEL CALOR

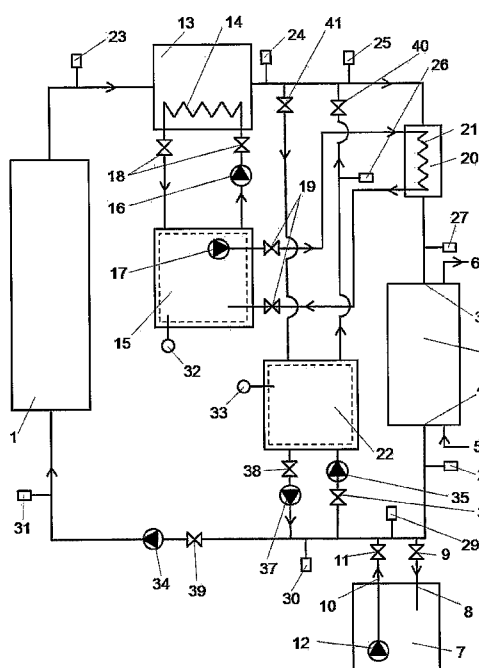


Figura 1

(57) Abstract: The invention relates to a solar thermal power station with exergetic management of heat, in order to operate under nominal conditions for long periods of time every day. The power station is divided into sectors with different heating functions, in which each sector has its own heating fluid, but all of the sectors consecutively receive the same working fluid for the thermodynamic cycle. Each sector includes: an array of solar collectors (1), a main exchanger (2) in thermal contact with the working fluid, an indirect heat storage system and a direct heat storage system, as well as the pumps, valves and instrumentation necessary to configure each sector according to three different circuits, thereby allowing heat energy to be stored when the captured solar radiation is above the nominal value and for this heat to be used to operate the thermodynamic cycle under nominal conditions when the radiation value falls below the nominal value.

(57) Resumen: Central helio-térmica con gestión exergética del calor para funcionar en condiciones nominales un amplio plazo de horas diarias, estructurada en sectores con funciones de calentamiento diferenciadas, y en la que cada sector tiene su propio fluido calorífero, pero todos los sectores tienen consecutivamente el mismo fluido de trabajo del ciclo termodinámico, constando cada sector de una batería de captadores solares(1), un intercambiador principal (2) de contacto térmico con el fluido de trabajo, un sistema de almacenamiento térmico indirecto, y otro directo, y de las bombas, válvulas e instrumentación

[Continúa en la página siguiente]



(74) **Mandatario:** UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID; Calle Ramiro de Maeztu, 7, OTRI - Vicerrectorado de Investigación, Universidad Politécnica de Madrid, 28040 Madrid (ES).

(81) **Estados designados** (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,

TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **Estados designados** (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europea (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicada:

— con informe de búsqueda internacional (Art. 21(3))

CENTRAL HELIO-TÉRMICA CON GESTIÓN EXERGÉTICA DEL CALOR

SECTOR DE LA TÉCNICA

5 La invención se encuadra en el campo de las centrales térmicas cuya fuente térmica es la radiación solar, concentrada por algunos de los posibles modos de concentración óptica, y particularmente mediante campos de colectores cilindro-parabólicos con tubo absorbedor en el eje focal, o mediante espejos de concentración de la radiación sobre un receptor central ubicado en
10 una torre. Denominaremos batería de captadores solares al conjunto de elementos, sea cual sea la configuración, en los que se produce la absorción de la radiación solar. Estas centrales están dedicadas a la generación de electricidad, o de energía mecánica de rotación, mediante un ciclo termodinámico, que puede usar un ciclo tipo Rankine, con un vapor que se
15 condense en el foco frío del ciclo, o un ciclo tipo Brayton, con un gas que no se condense, como fluido de trabajo.

 La invención se refiere al modo de estructurar los diversos componentes de la central, para que ésta aproveche al máximo la capacidad de captación de energía solar que tenga su batería de captadores solares, en función del tipo de
20 ciclo y de las prestaciones nominales del mismo. Respecto de esto último, se tiene especialmente en cuenta que la turbina del ciclo tendrá su mejor rendimiento cuando el fluido de trabajo entre en ella con la temperatura, presión y caudal nominales.

 En particular la invención tiene en cuenta la variación de la potencia de la irradiación solar, tanto con carácter diario como estacional, y la pertinencia, por
25 tanto, de disponer de un almacenamiento térmico, que a su vez puede ser de diversos tipos, pero que se ha de ajustar adecuadamente para que, durante el mayor tiempo posible, la central funcione en condiciones nominales.

30 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

 Existe una amplia variedad de sistemas para estructurar las centrales solares. Una alternativa esencial es si se utiliza el mismo fluido en el ciclo termodinámico y en la batería de captadores solares, entendiendo por ésta el conjunto de elementos donde se produce la absorción de la radiación solar. En
35 esta invención se puede utilizar el mismo fluido, o fluidos distintos, para la batería de captadores y para el ciclo, en función del tipo de ciclo especialmente.

En este documento designaremos por fluido calorífero al que extrae el calor de la batería de captadores solares, y por fluido de trabajo al que evoluciona en el ciclo termodinámico.

Por ejemplo, en la tecnología convencional actual de colectores cilindro-parabólicos, el fluido calorífero, es un aceite térmico, como el Therminol VP; mientras que el fluido de trabajo del ciclo termodinámico es agua, que sigue un ciclo de Rankine, donde se encuentran típicamente tres niveles de actuación térmica; el de precalentamiento del agua; el de ebullición de ésta; y el de sobrecalentamiento. En el caso de receptor en torre, el fluido calorífero suele ser una sal fundida; usando típicamente agua como fluido de trabajo.

Una alternativa es utilizar gas (no condensable) como fluido de trabajo (ciclo Brayton), y en tal caso el gas puede utilizarse así mismo como fluido calorífero. En este caso, el gas se ha de comprimir hasta la presión nominal de alta, y hacerse circular por la batería de captadores solares para que se caliente, enviándose a la turbina de gas para su expansión, con la consiguiente conversión en energía mecánica.

Como condicionante común a todas las centrales solares térmicas, hay que señalar de nuevo la variación de la potencia solar. En un día soleado habitual, la batería de captadores solares irá recibiendo y absorbiendo cada vez mayor potencia térmica, tal como el sol se alce en su órbita diurna, y de igual manera se irán calentando el fluido calorífero y el fluido de trabajo; hasta que éste alcance el mínimo técnico de funcionamiento de la turbina, que es cuando comienza a funcionar verdaderamente la central. A partir de ahí va aumentando la potencia, gracias al aumento de temperatura en la batería de captadores y en los fluidos, que van además aproximando sus caudales máxicos a los valores nominales correspondientes. A ellos, y a las temperaturas nominales, se llega cuando la irradiación solar alcanza el valor para el que se ha diseñado nominalmente la planta; pero la potencia absorbida en la batería de captadores sigue ascendiendo, porque la máxima potencia alcanzable por la batería de captadores de la central es mayor que la nominal, especialmente en días de primavera y, sobre todo, verano. Llegada a esa situación, la tecnología convencional es la de enviar la potencia térmica excedente a un almacenamiento térmico. Concretamente lo que se realiza en el estado actual del arte es lo siguiente: se sigue aumentando el caudal de la batería de captadores, y una vez que se ha llegado a temperatura nominal, se desvía el excedente de caudal de fluido calorífero a un intercambiador con el almacenamiento térmico, que

típicamente consiste en dos tanques de sales fundidas, uno a temperatura menor, y otro a temperatura mayor. En el proceso de carga térmica del almacenamiento, se transfieren sales del tanque de menor temperatura al de mayor, en un intercambiador a contracorriente, cuyo fluido caliente (que se enfría) es el fluido calorífero, que se devuelve a la batería de captadores solares. Dicho proceso de carga térmica del almacenamiento prosigue mientras la potencia absorbida por la batería de captadores solares es mayor que la potencia nominal de la planta. Cuando esta última, por declinar la potencia solar, es rebasada hacia abajo, el proceso de carga del almacenamiento acaba, y da comienzo el proceso de descarga, en el cual el calor aportado al ciclo termodinámico por la batería de captadores solares, se suplementa por el calor extraído del almacenamiento térmico. Para esto, las funciones de los fluidos se alternan en el intercambiador a contracorriente antes mencionado, y las sales fundidas son ahora el fluido caliente, que se enfría al tiempo que es transferido del tanque de alta temperatura al de baja, calentándose el fluido calorífero que va a alimentar térmicamente al ciclo termodinámico. Ahora bien, en ambos procesos de intercambio de calor, en la carga y en la descarga térmica del almacenamiento, se pierde temperatura, por lo que el fluido calorífero calentado en la fase de extracción de calor del almacenamiento (descarga) no llega a su temperatura nominal, que es para la cual funciona la turbina en sus mejores prestaciones. Análogamente ocurre con otros tipos de almacenamientos convencionales, tales como los que almacenan directamente vapor a presión, o calor en lechos sólidos, de tipo cerámico, pues tanto en la carga como en la descarga se produce una disminución de la calidad de la energía térmica disponible. Es decir, en ese proceso de gestión del calor se ha producido un deterioro exergético, y de hecho la turbina deja de funcionar nominalmente en esa fase de aprovechamiento del calor almacenado. El problema, a resolver con la invención, es posibilitar que ese funcionamiento siga siendo nominal, durante el tiempo en que haya energía térmica en el almacenamiento.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La invención consiste en configurar la central termosolar con una sectorización de su batería de captadores solares y otros elementos, de modo que cada sector atienda una finalidad de calentamiento del fluido de trabajo termodinámico, pudiendo eventualmente haber un único sector, por identificarse sólo una función de calentamiento del fluido de trabajo. En todo caso, el fluido de trabajo es el mismo en todos los sectores que tenga la central, y están

conectados entre sí a través de un único circuito de fluido de trabajo; al contrario que el fluido calorífero, que tendrá una corriente específica para cada sector, lo cual incluye su batería de captadores y su propio sistema de almacenamiento térmico, y las bombas o compresores, válvulas y detectores de instrumentación

5 que constituyen también el circuito termo-fluido de cada sector del campo de colectores; que como circuito cuenta también con los intercambiadores de calor para conectarse térmicamente con el sistema de almacenamiento térmico indirecto en su carga y en su descarga, y con el intercambiador principal de calor para conectarse térmicamente con el circuito del fluido de trabajo termodinámico.

10 Es fundamental a este respecto establecer un criterio técnico sobre cuando se han de disponer sectores independientes para dos funciones de calentamiento distintas en la misma central, y este criterio es que se dispondrán sectores independientes para dos funciones de calentamiento distintas, cuando cualquiera de los valores de las dos magnitudes relevantes, que a continuación

15 se indican, difieran entre funciones de calentamiento distintas consecutivas en más de un 25 %, siendo estas magnitudes relevantes el factor de concentración solar y el coeficiente global de transmisión de calor entre la cubierta absorbente de la batería de captadores solares y el fluido calorífero.

Cada sector de la central consiste en un gran circuito termo-fluido que

20 contiene:

- una batería de captadores de radiación solar, que tendrá una parte de concentración óptica y unos tubos absorbedores por cuyo interior circula y se calienta el fluido calorífero;
- 25 - un intercambiador principal, que puede ser de contacto directo o indirecto, según el tipo de ciclo termodinámico empleado, y que transfiere el calor del fluido calorífero al fluido de trabajo termodinámico, efectuando en esa transmisión la función específica de ese sector del campo, que puede ser de
- 30 mero calentamiento sensible, con el consiguiente aumento de temperatura del fluido de trabajo, o de ebullición de éste cuando la función es la de generación de vapor; aunque en el caso de contacto directo en el intercambiador, el mismo fluido calorífero pasa a ser fluido de trabajo, saliendo como tal de este
- 35 componente, y volviendo a él como fluido de trabajo retornado, que pasa a ser de nuevo fluido calorífero al volver a salir por el

conducto que comunica con el circuito que va a la batería de captadores de la radiación solar;

5 - un depósito del fluido calorífero que aporta fluido al circuito del sector, o lo extrae, en función de las condiciones de trabajo del sector;

 - los circuladores (bombas o compresores) que propician el movimiento del fluido calorífero a lo largo del circuito del sector, y las válvulas de corte y de regulación que controlan ese movimiento;

10 - un sistema de almacenamiento indirecto, o de alta temperatura, entendiendo por esta denominación que está por encima de la temperatura nominal del fluido calorífero de ese sector, es decir, la temperatura para alimentar nominalmente el intercambiador principal de conexión térmica con el fluido de trabajo, especificándose el contenido estructural de este sistema
15 más adelante, aunque cabe señalar ahora que tiene su propio fluido interior, que no se mezcla con el fluido calorífero, aunque puede ser de la misma sustancia;

 - un sistema de almacenamiento térmico general, o
20 directo, de (relativamente) baja temperatura, entendiendo por esta denominación que está por debajo de la temperatura nominal del fluido calorífero de ese sector, coincidiendo en este caso el fluido primario del almacenamiento con el propio fluido calorífero, especificándose el contenido estructural de este
25 sistema más adelante.

El antedicho sistema de almacenamiento de alta temperatura, o almacenamiento indirecto, comprende:

 - un intercambiador de calor de conexión térmica del fluido calorífero emergente de la batería de captadores solares
30 con el almacenamiento de alta temperatura, siendo este intercambiador de contacto térmico indirecto del fluido calorífero con el fluido del almacenamiento, y no habiendo por tanto mezcla alguna de los dos fluidos;

 - un depósito, simple o múltiple, de material
35 termorresistente que acoge el calor aportado por el intercambiador; y que como material termorresistente puede

usar al propio fluido del almacenamiento que circula por el circuito; y que en el caso de contacto térmico interno indirecto, tiene su propio intercambiador de calor indirecto que conecta térmicamente el fluido del almacenamiento con el material termorresistente en sí;

5

- los circuladores (bombas o compresores) que propician el movimiento del fluido del almacenamiento a lo largo del circuito de carga térmica del depósito mencionado de alta temperatura, y las válvulas de corte y de regulación que controlan el movimiento;

10

- un intercambiador de calor de descarga térmica del almacenamiento de alta temperatura, con contacto térmico indirecto del fluido del almacenamiento con el fluido calorífero, que emerge calentado de este intercambiador, para entrar en el intercambiador principal, donde está conectado térmicamente con el fluido de trabajo;

15

- los circuladores (bombas o compresores) que propician el movimiento del fluido del almacenamiento indirecto a lo largo del circuito de descarga del almacenamiento de alta temperatura, y las válvulas de corte y de regulación que controlan el movimiento de su fluido para conectarse térmicamente con el fluido calorífero a través del intercambiador de descarga descrito en el párrafo anterior.

20

Un sistema de almacenamiento térmico general o directo, de (relativamente) baja temperatura que comprende:

25

- un depósito de material termorresistente que acoge el calor aportado directamente por el fluido calorífero, bien por calentamiento directo; bien por disponer de un intercambiador de calor indirecto que conecte térmicamente el fluido calorífero con el material termorresistente en sí;

30

- un circuito de carga térmica, que extrae fluido calorífero del circuito principal de éste, que es el que conecta la batería de captadores con el intercambiador principal, para que ceda su calor en el almacenamiento directo, devolviendo el caudal del fluido calorífero aguas abajo del intercambiador principal;

35

5 - un circuito de descarga térmica, inverso al anterior, que toma fluido calorífero tras emerger del intercambiador principal, y es devuelto, tras calentarse a su paso por el almacenamiento, aguas arriba del intercambiador de descarga térmica del sistema de almacenamiento indirecto;

10 - los circuladores (bombas o compresores) que propician el movimiento del fluido calorífero a lo largo de los circuitos de carga y descarga térmica del almacenamiento de baja temperatura, y las válvulas de corte y de regulación que controlan el movimiento de este fluido para conectarse directamente con el circuito del fluido calorífero.

15 Parte sustancial de la invención es que la central, y cada uno de sus sectores, se configuran con los siguientes circuitos de funcionamiento, que se determinan por la apertura de válvulas y por la activación de las bombas o circuladores realizadas en cada caso, según se define en cada condición operativa, teniendo en cuenta que la posición o estado, por defecto, de las válvulas será la de cierre, y en las bombas la de inactivación:

20 - en condiciones de captación de la irradiación solar con las que no se alcanza el funcionamiento nominal, y no queda energía térmica almacenada en sus sistemas, en cada sector de la central el fluido calorífero circula directamente desde la batería de captadores solares a su intercambiador principal correspondiente, por cuyo circuito secundario circula el fluido de trabajo, estando inactivos todos los componentes de carga y descarga térmica de los sistemas de almacenamiento, y en particular el intercambiador de carga del sistema de alta o indirecto, por cuyo circuito secundario no circula fluido, estando el funcionamiento del intercambiador anulado a tales efectos, estando sus válvulas cerradas, y sus bombas inactivas; y

25 estando cerradas las válvulas de los ramales de carga y descarga del sistema directo de almacenamiento térmico de baja temperatura, estando además inactivas sus bombas;

30 - en condiciones en las que se ha superado el nivel de captación solar que produce el funcionamiento nominal del ciclo termodinámico de la central, el caudal másico y la temperatura del fluido calorífero a la salida de la batería de

35

captadores solares de cada sector van por encima de sus valores nominales correspondientes, y se activa el modo de carga térmica de los sistemas de almacenamiento, estableciéndose la circulación por el circuito secundario del intercambiador de alta temperatura, por lo que a la salida del mismo, el fluido del almacenamiento adquiere temperatura por encima de la nominal, calentándose así el depósito térmico de dicho sistema de alta temperatura, saliendo por el circuito primario de dicho intercambiador el fluido calorífero a temperatura nominal, estando abiertas las válvulas y activada la bomba del circuito secundario del intercambiador de alta; y abriéndose las válvulas de carga del sistema de almacenamiento de baja temperatura, a través de cuyo ramal, en el que está activada su bomba, pasa el caudal de fluido calorífero excedente sobre el valor nominal, para volver a la batería de captadores solares; llegando por el circuito principal, al intercambiador principal, exactamente el caudal nominal de fluido calorífero, con la temperatura nominal, lo cual se verifica por los medidores correspondientes, manteniéndose así el funcionamiento nominal del ciclo termodinámico de la central;

- estando llenos total o parcialmente los almacenamientos térmicos, y estando en condiciones de captación de la irradiación solar que no llega a producir el funcionamiento nominal del ciclo termodinámico de la central, los valores de caudal másico y temperatura del fluido calorífero a la salida de la batería de captadores solares son insuficientes, al estar por debajo de los valores nominales correspondientes, y en tal caso se activan los sistemas de descarga térmica de ambos almacenamientos, aportándose desde el sistema directo, o de baja temperatura, el caudal másico de fluido calorífero que falta para completar hasta el valor nominal el caudal másico aportado por la batería de captadores, para lo cual se activa la bomba y se abren las válvulas de descarga del almacenamiento directo; y se calienta el caudal conjunto de fluido calorífero hasta el valor nominal de temperatura, por la acción del intercambiador de descarga térmica del almacenamiento indirecto o de alta

temperatura, para lo cual se abren sus válvulas y se activa su bomba; y por lo cual, la mezcla de los caudales másicos, aportados desde la batería de captadores solares y desde el almacenamiento directo, al intercambiador principal, tiene no sólo el caudal másico nominal, sino la temperatura nominal, lo que se verifica por el medidor correspondiente.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La figura 1 muestra el esquema de un sector de una central helio-térmica configurada para funcionar con gestión exergética, en el que se aprecia la batería de captadores, el intercambiador principal y el resto de los componentes de la invención propuesta.

La figura 2 muestra el esquema del circuito principal del fluido calorífero en el modo de funcionamiento en el que no llega a sus valores nominales, y los almacenamientos térmicos están vacíos.

La figura 3 muestra el esquema del circuito de carga térmica de los sistemas de almacenamiento, cuando la irradiación solar produce valores de caudal másico y temperatura del fluido calorífero por encima de los valores nominales, a la salida de la batería de captadores. No se dibuja la parte de conexión con el intercambiador principal, que es igual que en la figura anterior.

La figura 4 muestra el esquema del circuito de descarga de los sistemas de almacenamiento térmico, aportándose el caudal másico complementario de fluido calorífero desde el de baja temperatura, y calentándose el caudal conjunto en el intercambiador que recibe calor del almacenamiento de alta temperatura.

La figura 5 muestra un esquema similar al de la 4, pero cuando ya no hay nada de irradiación solar, y no se aporta caudal desde la batería de captadores.

La figura 6 muestra un esquema de sectorización de una central, con tres sectores a la izquierda, de precalentamiento, ebullición y sobrecalentamiento; más un sector de recalentamiento a la derecha, y el bloque de potencia del ciclo termodinámico en el centro.

MODOS PREFERENTES DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

Para facilitar la comprensión de las materializaciones preferentes de la invención, a continuación se describen las referencias numéricas que aparecen en las figuras y describen los elementos relevantes de las realizaciones preferentes que se describen a continuación:

1. Batería de captadores de la radiación solar (captadores solares).
2. Intercambiador principal, entre el fluido calorífero y el fluido de

trabajo.

3. Entrada del fluido calorífero al intercambiador principal.
4. Salida del fluido calorífero del intercambiador principal.
5. Entrada del fluido de trabajo termodinámico al intercambiador principal.
6. Salida del fluido de trabajo termodinámico del intercambiador principal.
7. Depósito de fluido calorífero.
8. Ramal de trasiego del fluido calorífero al depósito, desde el
10 circuito.
9. Válvula de cierre-regulación del ramal 8.
10. Ramal de trasiego del fluido calorífero desde el depósito al
circuito.
11. Válvula de cierre-regulación del ramal 10.
- 15 12. Bomba de trasiego del fluido calorífero desde el depósito al
circuito.
13. Intercambiador de carga del sistema de almacenamiento de alta
temperatura.
14. Circuito secundario del intercambiador de carga del sistema de
20 almacenamiento de alta temperatura.
15. Depósito del almacenamiento indirecto, o de alta temperatura, que
a su vez puede tener un intercambiador de calor indirecto que conecte
térmicamente el fluido del almacenamiento con el material
termorresistente en sí.
- 25 16. Bomba de recirculación del fluido del almacenamiento en el
circuito de carga del sistema indirecto.
17. Bomba de recirculación del fluido del almacenamiento en el
circuito de descarga del sistema indirecto, o de alta temperatura.
18. Válvulas de cierre-regulación del circuito secundario del
30 intercambiador de carga del sistema de almacenamiento de alta
temperatura.
19. Válvulas de cierre-regulación del circuito primario del
intercambiador de descarga del sistema de almacenamiento de alta
temperatura.
- 35 20. Intercambiador de descarga del sistema indirecto de
almacenamiento térmico, circulando por su circuito primario el fluido del

sistema de alta temperatura, y el fluido calorífero por el secundario.

21. Circuito de descarga del sistema indirecto, o de alta temperatura, que es el primario del intercambiador 20.

5 22. Depósito del almacenamiento de baja temperatura, que a su vez puede tener un intercambiador de calor indirecto que conecte térmicamente el fluido calorífero con el material termorresistente en sí.

23. Medidor de caudal másico y de temperatura del fluido a la salida del campo de colectores solares 1.

10 24. Medidor de caudal másico y de temperatura del fluido a la salida del intercambiador de carga del sistema de almacenamiento de alta temperatura.

25. Medidor de caudal másico y de temperatura del fluido tras las desviaciones de los ramales de carga y descarga del sistema de almacenamiento de baja temperatura.

15 26. Medidor de caudal másico y de temperatura del fluido en la inyección de descarga del sistema de almacenamiento térmico directo.

27. Medidor de caudal másico y de temperatura del fluido a la entrada del intercambiador principal.

20 28. Medidor de caudal másico y de temperatura del fluido a la salida del intercambiador principal.

29. Medidor de caudal másico y de temperatura del fluido tras la desviación del ramal de evacuación al depósito de fluido calorífero.

25 30. Medidor de caudal másico y de temperatura del fluido tras el ramal de retorno del sistema de almacenamiento de baja temperatura, en descarga.

31. Medidor de caudal másico y de temperatura del fluido a la entrada de la batería de captadores solares 1.

32. Medidor de temperatura del depósito de material termorresistente del almacenamiento de alta temperatura.

30 33. Medidor de temperatura del depósito de material termorresistente del almacenamiento de baja temperatura.

34. Bomba de recirculación del fluido calorífero en el circuito principal de conexión entre el intercambiador principal 2 y la batería de captadores 1.

35 35. Bomba de recirculación del fluido calorífero en el retorno de conexión entre el intercambiador principal 2 y el almacenamiento directo

- 22.
36. Válvula de cierre-regulación del ramal de retorno al sistema de almacenamiento de baja temperatura 22.
- 5 37. Bomba de recirculación del fluido calorífero en el retorno de conexión entre el almacenamiento directo y el circuito principal, en carga del almacenamiento.
38. Válvula de cierre-regulación del ramal de retorno del sistema de almacenamiento de baja temperatura al circuito principal, en carga.
- 10 39. Válvula de cierre-regulación del retorno desde el intercambiador principal 2 a la batería de captadores 1, en el circuito principal.
40. Válvula de cierre-regulación del ramal de descarga del sistema de almacenamiento de baja temperatura.
41. Válvula de cierre-regulación del ramal de carga del sistema de almacenamiento de baja temperatura.
- 15 42. Entrada del fluido de trabajo del ciclo termodinámico a su bloque de potencia.
43. Salida del fluido de trabajo de su bloque de potencia.
44. Entrada al cuerpo de alta presión del bloque de potencia.
45. Salida del cuerpo de alta presión del bloque de potencia.
- 20 46. Entrada al cuerpo de baja presión del bloque de potencia.
47. Salida del cuerpo de baja presión del bloque de potencia.
48. Circuito del fluido de trabajo, recorriendo los sectores 49, 50 y 51.
49. Sector, con su batería de captadores, sistemas de almacenamiento térmico e intercambiador principal, de precalentamiento del fluido de trabajo.
- 25 50. Sector, con su batería de captadores, sistemas de almacenamiento térmico e intercambiador principal, de ebullición del fluido de trabajo.
51. Sector, con su batería de captadores, sistemas de almacenamiento térmico e intercambiador principal, de sobrecalentamiento del fluido de trabajo.
- 30 52. Sector, con su batería de captadores, sistemas de almacenamiento térmico e intercambiador principal, de recalentamiento del fluido de trabajo.
- 35 53. Circuito del fluido de trabajo, recorriendo el sector 52.
54. Bomba de recirculación del fluido de trabajo.

Para aquilatar el significado de la invención, sobre todo en lo referente al intercambiador principal (2), cabe distinguir dos casos fundamentales: los ciclos con fluido de trabajo condensable, que siguen un ciclo de Rankine o asimilable, y los ciclos con gas no condensable como fluido de trabajo, que corresponden a un ciclo de Brayton (cerrado o abierto, usando típicamente aire en este último caso). En los ciclos tipo Rankine, el intercambiador principal (2) será de contacto indirecto, y su estructura interna se adecuará a la fase del ciclo que se aborde en cada sector:

- 10 - en el precalentamiento, sólo se tratará de calentamiento sensible, desde la temperatura de condensación, como valor mínimo posible, a la de ebullición del fluido de trabajo, como máximo. Se elegirá posiblemente un intercambiador de tubo y carcasa a contracorriente;
- 15 - en la ebullición, el fluido de trabajo estará en cambio de fase y a temperatura constante, y el fluido calorífero estará algunos grados por encima, y se tratará de un generador de vapor, posiblemente con recirculación interior del fluido de trabajo, para mantener un alto coeficiente de película;
- 20 - en el sobrecalentamiento del vapor, el coeficiente de película será mucho menor, y el fluido calorífero tendrá que estar notoriamente más caliente que el vapor.

En los tres casos se tratará de un intercambiador sin contacto directo entre los fluidos. Algo similar se tendría en un ciclo Brayton si se eligieran fluidos distintos para uno y otro circuito, el solar y el del ciclo termodinámico, pero en este caso sólo se trataría de calentamiento sensible, sin cambio de fase, de modo que podría concentrarse toda la central en un solo sector, aunque también cabría dividir el campo solar en sectores, cada uno con sus componentes señalados antes, para acomodar el aumento de temperatura de una manera gradual, evitando diferencias térmicas apreciables en un mismo componente. No obstante, en el caso de los ciclos Brayton se puede usar un mismo gas para el fluido calorífero y el fluido de trabajo. En este caso, el intercambiador principal (2) no sería propiamente un intercambiador de calor, sino un conector de circuitos: El fluido calorífero que entrara por (3), saldría de inmediato por 6 como fluido de trabajo caliente; y el retorno frío de éste, que llegaría por (5), saldría por (4) para volver a la batería de captadores solares (1).

Una identidad similar entre fluidos podría plantearse teóricamente para

ciclos Rankine, pero su complejidad tecnológica lo hace desaconsejable. En todo caso, todas las opciones posibles de conexión entre el campo de colectores, donde adquiere energía el fluido calorífero, y el fluido de trabajo termodinámico, se pueden representar según la estructura empleada en esta invención y representada en la figura 1. La novedad radica en la estructuración de los sistemas de almacenamiento térmico, lo cual permite configurar los circuitos del fluido calorífero de forma diferente y específica, lo que comporta modos de funcionamiento específicos de la central, en los cuales se mantiene el régimen nominal termodinámico la mayor parte del tiempo.

En el almacenamiento térmico indirecto o de alta temperatura existe una diferenciación física entre fluidos, incluso en el caso de que fueran de una misma sustancia, es. Su fluido propio no debe mezclarse con el calorífero, pues de éste sólo interesa extraer su temperatura sobre la nominal. Más aún, el fluido del almacenamiento puede estar a presión notoriamente inferior a la del calorífero, lo cual puede facilitar enormemente los aspectos constructivos del intercambiador (13) de carga del sistema de almacenamiento de alta temperatura y del depósito (15) del almacenamiento indirecto, o de alta temperatura, que a su vez puede tener un intercambiador de calor indirecto que conecte térmicamente el fluido del almacenamiento con el material termorresistente en sí, así como del intercambiador de descarga (20), que puede llevar a dicho fluido por la carcasa, llevando al calorífero por los tubos (aunque en las figuras no está esquematizado así, pues es el fluido del almacenamiento directo el que va por los tubos).

También es de reseñar que este almacenamiento indirecto debe ser de baja entropía, de tal manera que la temperatura extraída por el fluido del almacenamiento, no se vea reducida por una dispersión del calor en una masa grande de material termorresistente de almacén. Este tipo de almacenamiento puede lograrse de múltiples formas. Por ejemplo, con dos tanques de sales fundidas, uno de base y otro de sales calentadas, que se calentarían al circular por el interior del circuito secundario del intercambiador de carga del sistema de almacenamiento de alta temperatura (14) (que podría estar en la carcasa del intercambiador (13) de carga del sistema de almacenamiento de alta temperatura, aunque se haya dibujado de tubos por el interior), las sales calentadas del depósito del almacenamiento indirecto, o de alta temperatura (15) tendrían una temperatura inferior a la de salida del campo de colectores en unos diez grados Celsius. El fluido calorífero, en los momentos de mayor irradiación solar, podría proporcionar temperaturas por encima de la nominal en unos 30

grados Celsius o más. A su vez habría una pérdida de temperatura en la descarga a través del circuito (21) de descarga del sistema indirecto, o de alta temperatura, que es el primario del intercambiador (20), pero en definitiva se consigue que el sistema de almacenamiento de alta temperatura caliente el caudal conjunto, de llegada al intercambiador principal, hasta la temperatura nominal.

También se podría emplear para el depósito (15) del almacenamiento indirecto, o de alta temperatura, un almacenamiento compartimentado de sólidos refractarios, con compartimentos aislados, de pequeña masa, para evitar pérdida de temperatura por dispersión del calor aportado, aportándose el calor en la carga, y extrayéndolo en la descarga, merced al fluido del almacenamiento, que interaccionaría con el intercambiador (13) de carga del sistema de almacenamiento de alta temperatura en la carga, y con el intercambiador (20) de descarga del sistema indirecto de almacenamiento térmico, , en la descarga, y que podría ser un gas a relativamente baja presión.

La figura 2 muestra las partes operativas del sector, en condiciones de irradiación solar en las que no se alcanza el funcionamiento nominal, y no queda energía térmica almacenada en sus sistemas (por ejemplo, al iniciar su régimen diario). El fluido calorífero circula directamente desde la batería de captadores solares (1) a su intercambiador principal correspondiente (2), por cuyo circuito secundario circula el fluido de trabajo, para lo cual funciona la bomba (34) de recirculación del fluido calorífero en el circuito principal de conexión entre el intercambiador principal 2 y la batería de captadores 1, estando abierta su válvula (39) de cierre-regulación del retorno desde el intercambiador principal (2) a la batería de captadores (1), en el circuito principal (véase figura 1). Todos los componentes de carga y descarga térmica de los sistemas de almacenamiento están inactivos, y en particular el intercambiador (13) de carga del sistema de alta, por cuyo circuito secundario (14) no circula fluido, e igualmente inactivo está el intercambiador (20) de descarga del sistema indirecto de almacenamiento térmico. Ambos intercambiadores (13, 20) tienen anulada su capacidad de transferir calor, pasando el fluido de trabajo hacia el intercambiador principal, y las medidas del medidor (23) de caudal másico y de temperatura del fluido a la salida del campo de colectores solares (1), del medidor (24) de caudal másico y de temperatura del fluido a la salida del intercambiador de carga del sistema de almacenamiento de alta temperatura , y del medidor (27) de caudal másico y de temperatura del fluido a la entrada del intercambiador principal son las mismas,

tanto para el caudal másico como para la temperatura, pues todas las tuberías y componentes están aislados térmicamente. Las válvulas de los ramales de carga (41 y 38) y descarga (36 y 40) del sistema directo de almacenamiento térmico de baja temperatura están cerradas (véase figura 1).

5 Cuando se supera el nivel de irradiación solar que produce el funcionamiento nominal del ciclo termodinámico de la central, el caudal másico y la temperatura del fluido calorífero en cada sector están por encima de sus valores nominales correspondientes, activándose el modo de carga térmica de los sistemas de almacenamiento, según se muestra en la figura 3. En esta
10 situación, el medidor (23) de caudal másico y de temperatura del fluido a la salida del campo de colectores solares (1), marca esos valores de caudal másico y temperatura por encima de lo nominal, y ello pone en marcha la circulación por el circuito secundario (14) del intercambiador (13) de alta temperatura, abriendo las válvulas (18) de cierre-regulación del circuito secundario del intercambiador
15 de carga del sistema de almacenamiento de alta temperatura (véase figura 1) y poniendo en marcha la bomba (16) de recirculación del fluido del almacenamiento en el circuito de carga del sistema indirecto. El caudal activado de fluido de almacenamiento se ajusta para que adquiera temperatura por encima de la nominal, calentándose así el depósito térmico (15) de dicho sistema
20 de alta temperatura. La transferencia se ajusta para que el fluido calorífero salga de dicho intercambiador precisamente a temperatura nominal, lo cual se verifica en el medidor (24) de caudal másico y de temperatura del fluido a la salida del intercambiador de carga del sistema de almacenamiento de alta temperatura. Se abren también las válvulas (41 y 38) (véase figura 1) de carga del sistema de
25 almacenamiento de baja temperatura, a través de cuyo ramal pasa el caudal másico de fluido calorífero excedente sobre el valor nominal. El desvío de dicho excedente por dicho ramal se verifica por las medidas del medidor (25) de caudal másico y de temperatura del fluido tras las desviaciones de los ramales de carga y descarga del sistema de almacenamiento de baja temperatura, que tienen que
30 coincidir con los valores nominales. Si no coinciden, se modifican los estados de las válvulas y bombas involucradas. Por ejemplo, si el caudal másico medido en (25) es demasiado alto, se han de abrir más las válvulas de cierre-regulación del ramal de carga del sistema de almacenamiento de baja temperatura (41) y de cierre-regulación del ramal de retorno del sistema de almacenamiento de baja
35 temperatura al circuito principal, en carga (38) (véase figura 1), y eventualmente dar más potencia a la bomba (37) de recirculación del fluido calorífero en el

retorno de conexión entre el almacenamiento directo y el circuito principal, en carga del almacenamiento. Mediante estas acciones y verificaciones, se logra que llegue por el circuito principal, al intercambiador principal, exactamente el caudal nominal de fluido calorífero, con la temperatura nominal, manteniéndose así el funcionamiento nominal del ciclo termodinámico de la central. Al mismo tiempo va aumentando la energía térmica almacenada en los sistemas indirecto (15) y directo (22), cuyas temperaturas se controlan por los medidores de temperatura del depósito de material termorresistente del almacenamiento de alta temperatura (32) y de temperatura del depósito de material termorresistente del almacenamiento de baja temperatura (33) respectivamente, que miden sobre la parte o masa del depósito de material termorresistente que se ha energizado ya en ese momento.

Al declinar la actividad solar diaria, o cuando en general se está por debajo del nivel de irradiación solar que produce el funcionamiento nominal del ciclo termodinámico de la central, los valores de caudal másico y temperatura del fluido calorífero a la salida de la batería de captadores solares están por debajo de los nominales correspondientes, lo cual se detecta en el medidor (23) de caudal másico y de temperatura del fluido a la salida del campo de colectores solares (1). Entonces se activan los sistemas de descarga térmica de ambos almacenamientos, según se visualiza en la figura 4. Desde el sistema directo (22), o de baja temperatura, se aporta el caudal másico de fluido calorífero que falta para completar hasta el valor nominal el caudal másico aportado por el campo de colectores, lo cual se verifica por el medidor (25) de caudal másico y de temperatura del fluido tras las desviaciones de los ramales de carga y descarga del sistema de almacenamiento de baja temperatura, dando el medidor (26) de caudal másico y de temperatura del fluido en la inyección de descarga del sistema de almacenamiento térmico directo, la medida del caudal másico aportado por el almacenamiento, que ha de ser lo complementario de lo medido por el medidor (23) de caudal másico y de temperatura del fluido a la salida del campo de colectores solares (1) (véase figura 1). En caso de necesidad de aumento del caudal complementario, se abren más la válvula (36) de cierre-regulación del ramal de retorno al sistema de almacenamiento de baja temperatura (22) y la válvula (40) de cierre-regulación del ramal de descarga del sistema de almacenamiento de baja temperatura, o eventualmente se da más potencia a la bomba (35) de recirculación del fluido calorífero en el retorno de conexión entre el intercambiador principal (2) y el almacenamiento directo (22).

El medidor (25) de caudal másico y de temperatura del fluido tras las desviaciones de los ramales de carga y descarga del sistema de almacenamiento de baja temperatura, señala que el caudal másico es el nominal, pero la temperatura no llega a nominal, por lo que ese caudal conjunto se calienta en el intercambiador de descarga (20) aprovechando el calor del almacenamiento de alta temperatura (15), cuyo fluido se pone en circulación al abrir las válvulas (19) de cierre-regulación del circuito primario del intercambiador de descarga del sistema de almacenamiento de alta temperatura (véase figura 1) y poner en marcha la bomba (17) de recirculación del fluido del almacenamiento en el circuito de descarga del sistema indirecto, o de alta temperatura, con la que se regula el movimiento del fluido de ese almacenamiento, de tal forma que en el medidor (27) de caudal másico y de temperatura del fluido a la entrada del intercambiador principal, se verifique que la temperatura es la nominal.

Cuando la irradiación solar se hace nula, son nulos el calor y el caudal aportados por la batería de captadores solares, y el funcionamiento del intercambiador principal, y por ende del ciclo termodinámico, depende exclusivamente de los sistemas de almacenamiento, lo cual se plasma en la figura 5.

Como elemento indispensable para la gestión de las diversas corrientes del fluido calorífero en los diversos modos de funcionamiento, se cuenta con un depósito (7) que contiene fluido calorífero, y al cual se puede evacuar parte del contenido másico que hay en el circuito, abriendo la válvula (9) de cierre-regulación del ramal de trasiego (8) del fluido calorífero al depósito, desde el circuito, o al revés, inyectar en el circuito más fluido, a más presión, para lo que se cuenta con la bomba (12) de trasiego del fluido calorífero desde el depósito al circuito, abriéndose a tal efecto la válvula (11) de cierre-regulación del ramal de trasiego del fluido calorífero (10) desde el depósito al circuito.

Sectores como los descritos, integrados por una batería de captadores, los sistemas de almacenamiento, el intercambiador principal y los elementos auxiliares de circulación, instrumentación y control de flujo, se agrupan, compartiendo el fluido de trabajo, para dar lugar a una central termo-solar con gestión energética encaminada a su optimización exergética, de lo cual se presenta un esquema en la figura 6. En la figura se han representado cuatro sectores, que conceptualmente, por su posición relativa, pueden calificarse de sector de precalentamiento (49); sector de generación de vapor (50); sector de sobrecalentamiento (51) y sector de recalentamiento (52). En el sector de

precalentamiento (49), el fluido de trabajo está en fase líquida, y pasa por el intercambiador principal (2) de dicho sector, que tendrá una batería de captadores solares adecuada a ese rango de temperaturas, señalándose que en ese intercambiador, el coeficiente de película del fluido de trabajo será moderado, mucho menor que el que tendrá el fluido en el intercambiador principal (2) del sector (50) con su batería de captadores, sistemas de almacenamiento térmico e intercambiador principal, de ebullición del fluido de trabajo, pues en éste habrá ebullición nucleada, y su coeficiente de película tendrá valores muy altos; que también serán más altos que en los sectores donde el fluido de trabajo circula como vapor seco, sector (51) con su batería de captadores, sistemas de almacenamiento térmico e intercambiador principal, de sobrecalentamiento del fluido de trabajo (51) o secándose de nuevo en el sector de recalentamiento del fluido de trabajo (52). Estas diferencias en los coeficientes de transmisión de calor aconsejan sectores con fluidos caloríferos distintos, o el mismo fluido, pero con diferentes valores de temperatura, presión y caudal. La identificación de los sectores necesarios se realiza aplicando el criterio de que las especificidades de calentamiento de los sectores comporten valores del factor de concentración solar o del coeficiente global de transmisión de calor, que difieran entre sectores más de un 25%.

Una vez descrita de forma clara la invención, se hace constar que las realizaciones particulares anteriormente descritas son susceptibles de modificaciones de detalle siempre que no alteren el principio fundamental y la esencia de la invención.

REIVINDICACIONES

1 – Central helio-térmica con gestión exergética del calor, basada en una configuración de central solar térmica con captadores solares de concentración de la radiación que sirven para calentar un fluido calorífero, que a su vez alimenta energéticamente a un fluido de trabajo de un ciclo termodinámico, **caracterizada** por que se estructura en un conjunto de sectores por los que consecutivamente circula el fluido de trabajo, identificándose los sectores necesarios por aplicación del criterio de que las especificidades de calentamiento en los sectores comporten valores del factor de concentración solar, o del coeficiente global de transmisión de calor entre la superficie de absorción y el fluido calorífero, que difieran entre sectores consecutivos más de un 25%; pudiendo eventualmente haber un único sector, por identificarse sólo una función de calentamiento del fluido de trabajo, que en todo caso es el mismo en todos los sectores que potencialmente tenga la central, y están conectados entre sí a través de un único circuito de fluido de trabajo; y teniendo el fluido calorífero, una corriente o circuito específico para cada sector, lo cual incluye sus propios sistemas de almacenamiento térmico, indirecto o de alta temperatura y directo o de relativamente baja temperatura, entendiendo por relativamente baja temperatura que está por debajo de la temperatura nominal del fluido calorífero de ese sector, y una pluralidad de bombas o compresores, válvulas y detectores de instrumentación que constituyen también el circuito termo-fluido de cada sector de la central; que como circuito cuenta también con una pluralidad de intercambiadores de calor (13, 20) que conectan térmicamente con el sistema de almacenamiento térmico indirecto en su carga y en su descarga, y con el intercambiador de calor principal (2) entre el fluido calorífero y el fluido de trabajo que conecta térmicamente con el circuito del fluido de trabajo termodinámico.

2 – Central helio-térmica con gestión exergética del calor, según reivindicación primera, **caracterizada** por que cada sector de la central consiste en un gran circuito termo-fluido que contiene:

- una batería de captadores de radiación solar (1), que comprende una parte de concentración óptica y unos tubos absorbedores por cuyo interior circula y se calienta el fluido calorífero;
- un intercambiador principal (2), que puede ser de contacto directo o indirecto, según el tipo de ciclo termodinámico empleado, y que transfiere el calor del fluido calorífero al fluido

de trabajo termodinámico, efectuando en esa transmisión la función específica de ese sector del campo, que puede ser de mero calentamiento sensible, con el consiguiente aumento de temperatura del fluido de trabajo, o de ebullición de éste cuando la función es la de generación de vapor; aunque en el caso de contacto directo en el intercambiador, el mismo fluido calorífero pasa a ser fluido de trabajo, saliendo como tal de este componente por el conducto (6), y volviendo a él como fluido de trabajo retornado por el conducto (5), pasando a ser de nuevo fluido calorífero al volver a salir del intercambiador por el conducto (4) que comunica con el circuito que va a la batería de captadores solares 1;

- un depósito (7) del fluido calorífero que aporta fluido al circuito del sector, o lo extrae, en función de las condiciones de trabajo del sector;

- una pluralidad de circuladores, seleccionados entre bombas o compresores, (34), que propician el movimiento del fluido calorífero a lo largo del circuito del sector, y las válvulas de corte y de regulación, (39), que controlan ese movimiento;

- un sistema de almacenamiento indirecto, o de alta temperatura, entendiendo por esta denominación que está por encima de la temperatura nominal del fluido calorífero de ese sector, es decir, la temperatura para alimentar nominalmente al intercambiador principal (2) de conexión térmica con el fluido de trabajo, especificándose que este sistema tiene su propio fluido interior, que no se mezcla con el fluido calorífero;

- un sistema de almacenamiento térmico general, o directo, de relativamente baja temperatura, entendiendo por esta denominación que está por debajo de la temperatura nominal del fluido calorífero de ese sector, coincidiendo en este caso el fluido primario del almacenamiento con el propio fluido calorífero.

3 – Central helio-térmica con gestión exergética del calor, según reivindicaciones primera y segunda, **caracterizada** por que el sistema de almacenamiento de alta temperatura comprende:

- un intercambiador de calor (13) de conexión térmica

del fluido calorífero emergente de la batería de captadores solares (1) con el almacenamiento de alta temperatura (15), siendo este intercambiador de contacto térmico indirecto del fluido calorífero con el fluido del almacenamiento, y no habiendo por tanto mezcla alguna de los dos fluidos;

5

- un depósito, seleccionado entre simple o múltiple, (15), de material termorresistente que acoge el calor aportado por el intercambiador (13); y que como material termorresistente puede usar al propio fluido del almacenamiento que circula por el circuito (14); y que en el caso de contacto térmico interno indirecto, tiene su propio intercambiador de calor indirecto que conecta térmicamente el fluido del almacenamiento con el material termorresistente en sí;

10

- una pluralidad de circuladores, seleccionados entre bombas o compresores, (16), que propician el movimiento del fluido del almacenamiento a lo largo del circuito de carga térmica del depósito mencionado de alta temperatura, y las válvulas de corte y de regulación, (18), que controlan el movimiento;

15

- un intercambiador de calor (20) de descarga térmica del almacenamiento de alta temperatura (15), con contacto térmico indirecto del fluido del almacenamiento con el fluido calorífero, que emerge calentado de éste intercambiador, para entrar en el intercambiador principal (2), donde está conectado térmicamente con el fluido de trabajo;

20

- una pluralidad de circuladores, seleccionados entre bombas o compresores, (17), que propician el movimiento del fluido del almacenamiento indirecto a lo largo del circuito de descarga del almacenamiento de alta temperatura, y las válvulas de corte y de regulación, (19), que controlan el movimiento de su fluido para conectarse térmicamente con el fluido calorífero a través del intercambiador de descarga, (20).

25

30

4 - Central helio-térmica con gestión exergética del calor, según

cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada** por que el sistema de almacenamiento térmico general o directo, de relativamente baja temperatura comprende:

35

- un depósito (22) de material termorresistente que

acoge el calor aportado directamente por el fluido calorífero, bien por calentamiento directo; bien por disponer de un intercambiador de calor indirecto que conecte térmicamente el fluido calorífero con el material termorresistente en sí;

5 - un circuito de carga térmica, que está controlado por dos válvulas (38 y 41), y que extrae fluido calorífero del circuito principal de éste, que es el que conecta la batería de captadores solares con el intercambiador principal, para que ceda su calor en el almacenamiento directo, devolviendo el
10 caudal del fluido calorífero aguas abajo del intercambiador principal,;

 - un circuito de descarga térmica, inverso al anterior, y que está controlado por dos válvulas (36 y 40), que toma fluido calorífero tras emerger del intercambiador principal, y es
15 devuelto, tras calentarse a su paso por el almacenamiento, aguas arriba del intercambiador de descarga térmica del sistema de almacenamiento indirecto;

 - una pluralidad de circuladores, seleccionados entre bombas o compresores, (35, 37) que propician el movimiento del
20 fluido calorífero a lo largo de los circuitos de carga y descarga térmica del almacenamiento de baja temperatura, y las válvulas de corte y de regulación, (36, 38, 40 y 41), de los circuitos de carga y descarga térmica, que controlan el movimiento de este fluido para conectarse directamente con el circuito del fluido
25 calorífero.

5 - Central helio-térmica con gestión exergética del calor, según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, **caracterizada** por que la central, y cada uno de sus sectores, se configura con el siguiente circuito de funcionamiento, que se determina por la apertura de válvulas y por la activación de las bombas o
30 circuladores realizadas teniendo en cuenta que la posición o estado, por defecto, de las válvulas será la de cierre, y en las bombas la de inactivación de tal manera que en condiciones de captación de la irradiación solar con las que no se alcanza el funcionamiento nominal, y no queda energía térmica almacenada en sus sistemas de almacenamiento de alta temperatura y de
35 almacenamiento térmico de baja temperatura, en cada sector de la central el fluido calorífero circula directamente desde la batería de captadores solares (1) a

su intercambiador principal (2) correspondiente, por cuyo circuito secundario circula el fluido de trabajo, estando inactivos todos los componentes de carga y descarga térmica de los sistemas de almacenamiento, y en particular el intercambiador (13) de carga del sistema de alta temperatura, por cuyo circuito secundario (14) no circula fluido, estando el funcionamiento del intercambiador anulado a tales efectos, estando la válvula (18) de cierre-regulación del circuito secundario del intercambiador de carga del sistema de almacenamiento de alta temperatura y la válvula (19) de cierre-regulación del circuito primario del intercambiador de descarga del sistema de almacenamiento de alta temperatura, cerradas, y las bombas (16) de recirculación del fluido del almacenamiento en el circuito de carga del sistema indirecto y (17) de recirculación del fluido del almacenamiento en el circuito de descarga del sistema indirecto, o de alta temperatura, inactivas; y estando cerradas las válvulas (41 y 38, y 36 y 40), de los ramales de carga y descarga del sistema directo de almacenamiento térmico de baja temperatura, estando además inactivas la bomba (35) de recirculación del fluido calorífero en el retorno de conexión entre el intercambiador principal (2) y el sistema de almacenamiento directo, y la bomba (37) de recirculación del fluido calorífero en el retorno de conexión entre el almacenamiento directo y el circuito principal, en carga del almacenamiento.

6 - Central helio-térmica con gestión exergética del calor, según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, **caracterizada** por que la central, y cada uno de sus sectores, se configura con el siguiente circuito de funcionamiento, que se determina por la apertura de válvulas y por la activación de las bombas o circuladores realizadas teniendo en cuenta que la posición o estado, por defecto, de las válvulas será la de cierre, y en las bombas la de inactivación de tal manera que en condiciones en las que se ha superado el nivel de captación solar que produce el funcionamiento nominal del ciclo termodinámico de la central, el caudal másico y la temperatura del fluido calorífero a la salida de la batería de captadores solares (1) de cada sector van por encima de sus valores nominales correspondientes, y se activa el modo de carga térmica de los sistemas de almacenamiento, estableciéndose la circulación por el circuito secundario (14) del intercambiador (13) de alta temperatura, por lo que a la salida del mismo, el fluido del almacenamiento adquiere temperatura por encima de la nominal, calentándose así el depósito térmico (15) de dicho sistema de alta temperatura, saliendo por el circuito primario de dicho intercambiador el fluido calorífero a temperatura nominal, estando abiertas las válvulas (18) de cierre-

regulación del circuito secundario del intercambiador de carga del sistema de almacenamiento de alta temperatura y activada la bomba (16) de recirculación del fluido del almacenamiento en el circuito de carga del sistema indirecto; y abriéndose las válvulas (41, 38) del ramal de carga del sistema de almacenamiento de baja temperatura y del ramal de retorno del sistema de almacenamiento de baja temperatura al circuito principal, en carga, a través de cuyo ramal, en el que está activada la bomba (37) de recirculación del fluido calorífero en el retorno de conexión entre el almacenamiento directo y el circuito principal, en carga del almacenamiento, pasa el caudal de fluido calorífero excedente sobre el valor nominal, para volver a la batería de captadores (1); llegando por el circuito principal, al intercambiador principal (2), exactamente el caudal nominal de fluido calorífero, con la temperatura nominal, lo cual se verifica por el medidor de caudal másico y de temperatura del fluido del sistema de almacenamiento de baja temperatura (25) y el medidor de caudal másico y de temperatura del fluido a la entrada del intercambiador principal (27), manteniéndose así el funcionamiento nominal del ciclo termodinámico de la central.

7 -Central helio-térmica con gestión exergética del calor, según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, **caracterizada** por que la central, y cada uno de sus sectores, se configura con el siguiente circuito de funcionamiento, que se determina por la apertura de válvulas y por la activación de las bombas o circuladores realizadas teniendo en cuenta que la posición o estado, por defecto, de las válvulas será la de cierre, y en las bombas la de inactivación de tal manera que estando llenos total o parcialmente los depósitos térmicos de alta temperatura (15) y de baja temperatura (22) de los sistemas de almacenamiento de alta y baja temperatura respectivamente, y estando en condiciones de captación de la irradiación solar que no llega a producir el funcionamiento nominal del ciclo termodinámico de la central, los valores de caudal másico y temperatura del fluido calorífero a la salida de la batería de captadores solares (1) son insuficientes, al estar por debajo de los valores nominales correspondientes, y en tal caso se activan los sistemas de descarga térmica de ambos depósitos (15 y 22), aportándose por el sistema directo, o de baja temperatura, el caudal másico de fluido calorífero que falta para completar hasta el valor nominal el caudal másico aportado por la batería de captadores solares (1), para lo cual se activa la bomba (35) y se abren las válvulas (36) y (40); y se calienta el caudal conjunto de fluido calorífero, tras esa

complementación, hasta el valor nominal de temperatura, por la acción del intercambiador (20) de descarga térmica del almacenamiento indirecto o de alta temperatura, para lo cual se abren las válvulas (19) y se activa la bomba (17); y por lo cual, la mezcla o caudal conjunto de los caudales másicos, aportados desde la batería de captadores solares (1) y desde el almacenamiento directo, al intercambiador principal (2), tiene no sólo el caudal másico nominal, sino la temperatura nominal, lo que se verifica por el medidor (27).

1/6

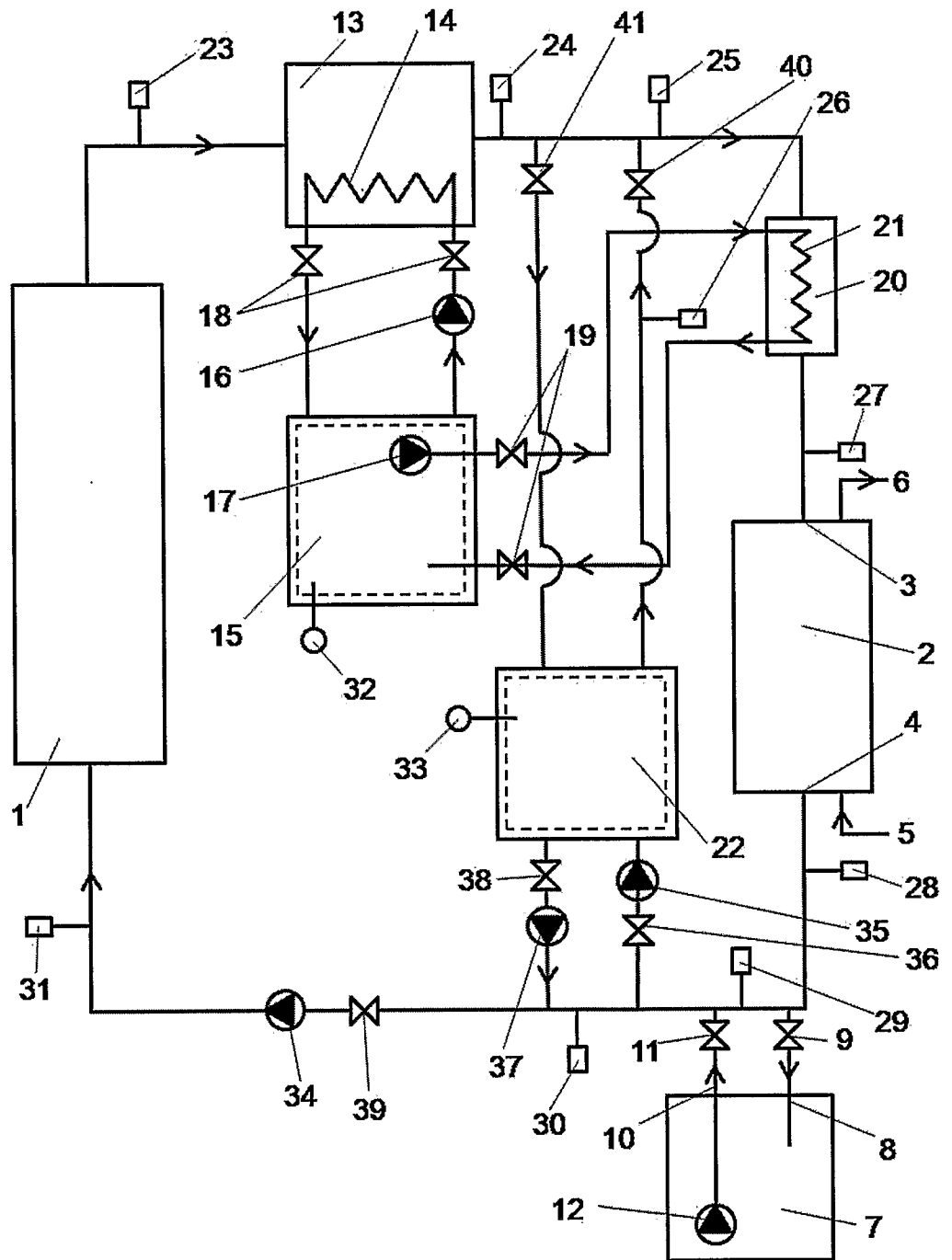


Figura 1

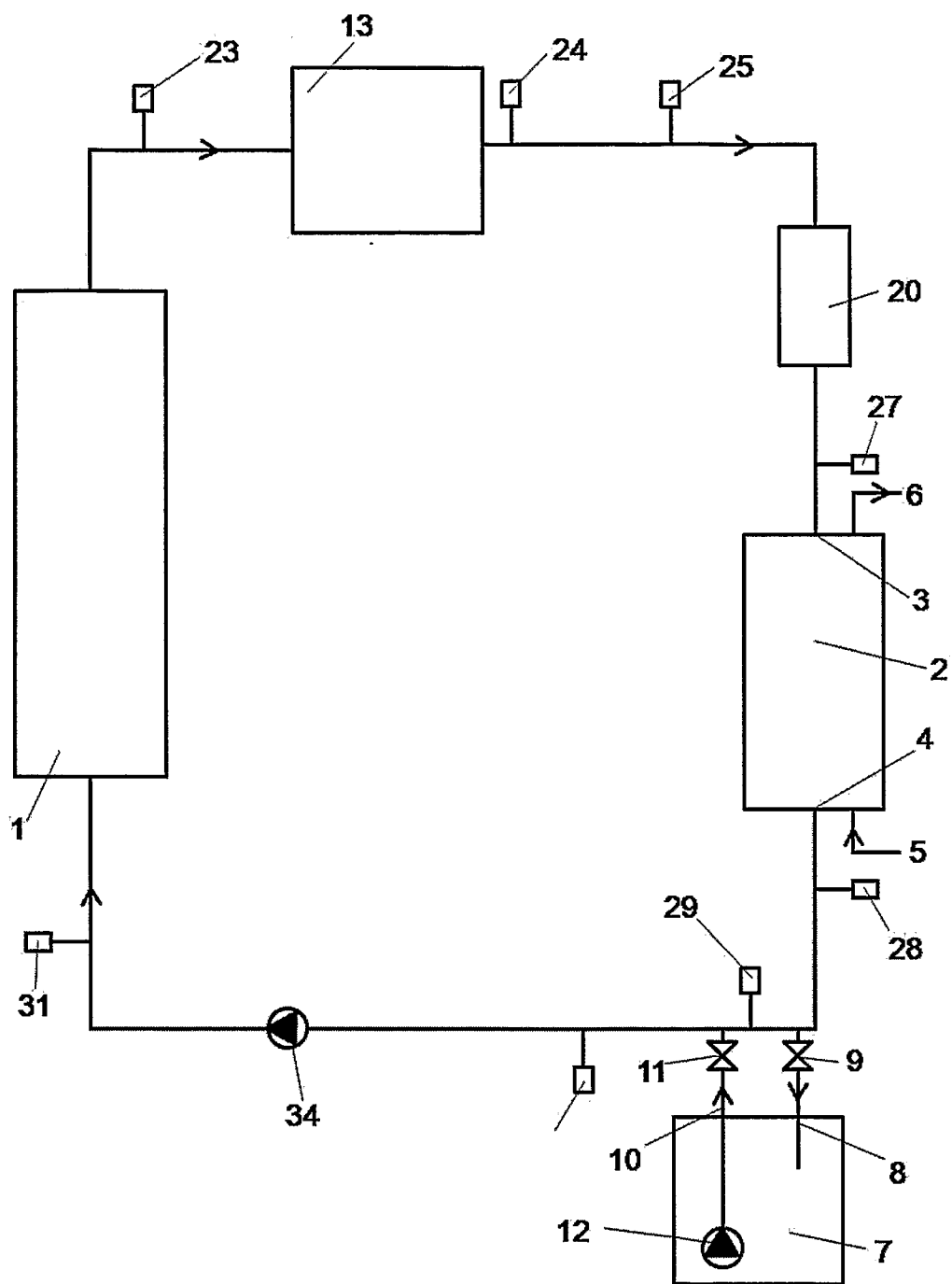


Figura 2

3/6

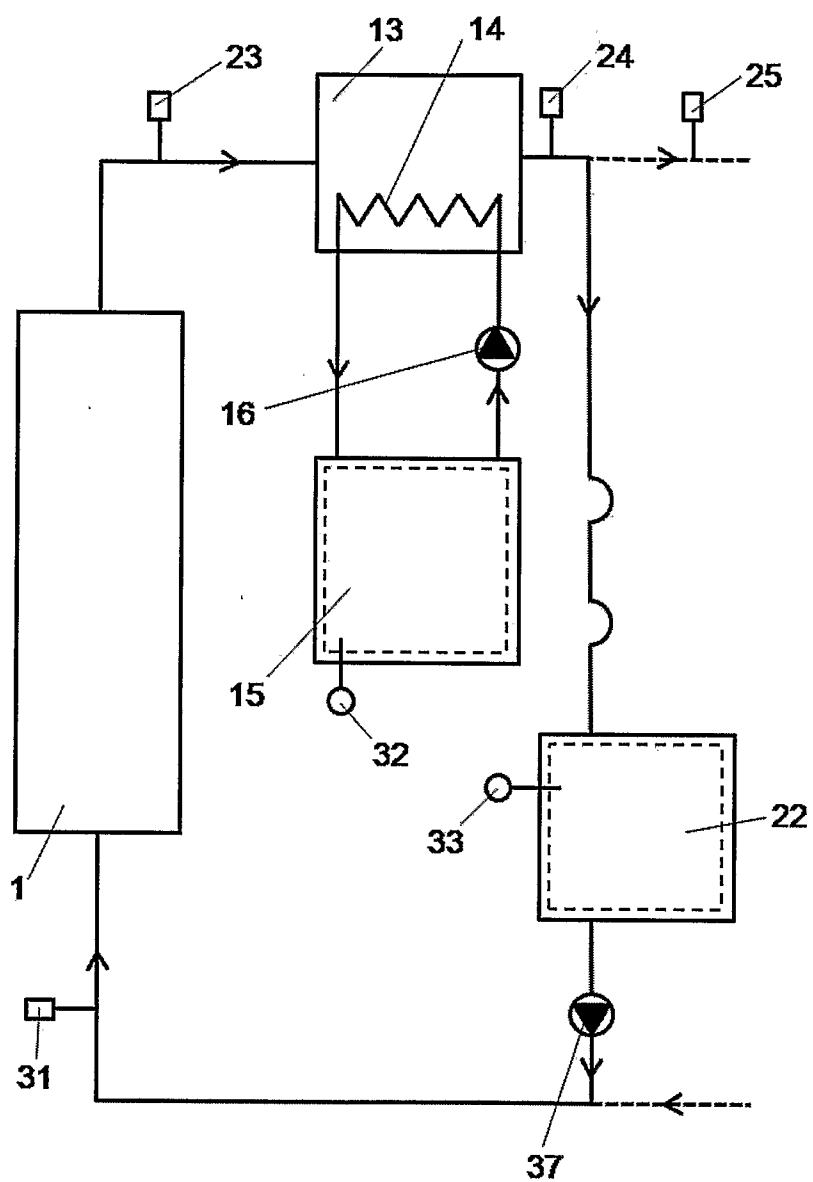


Figura 3

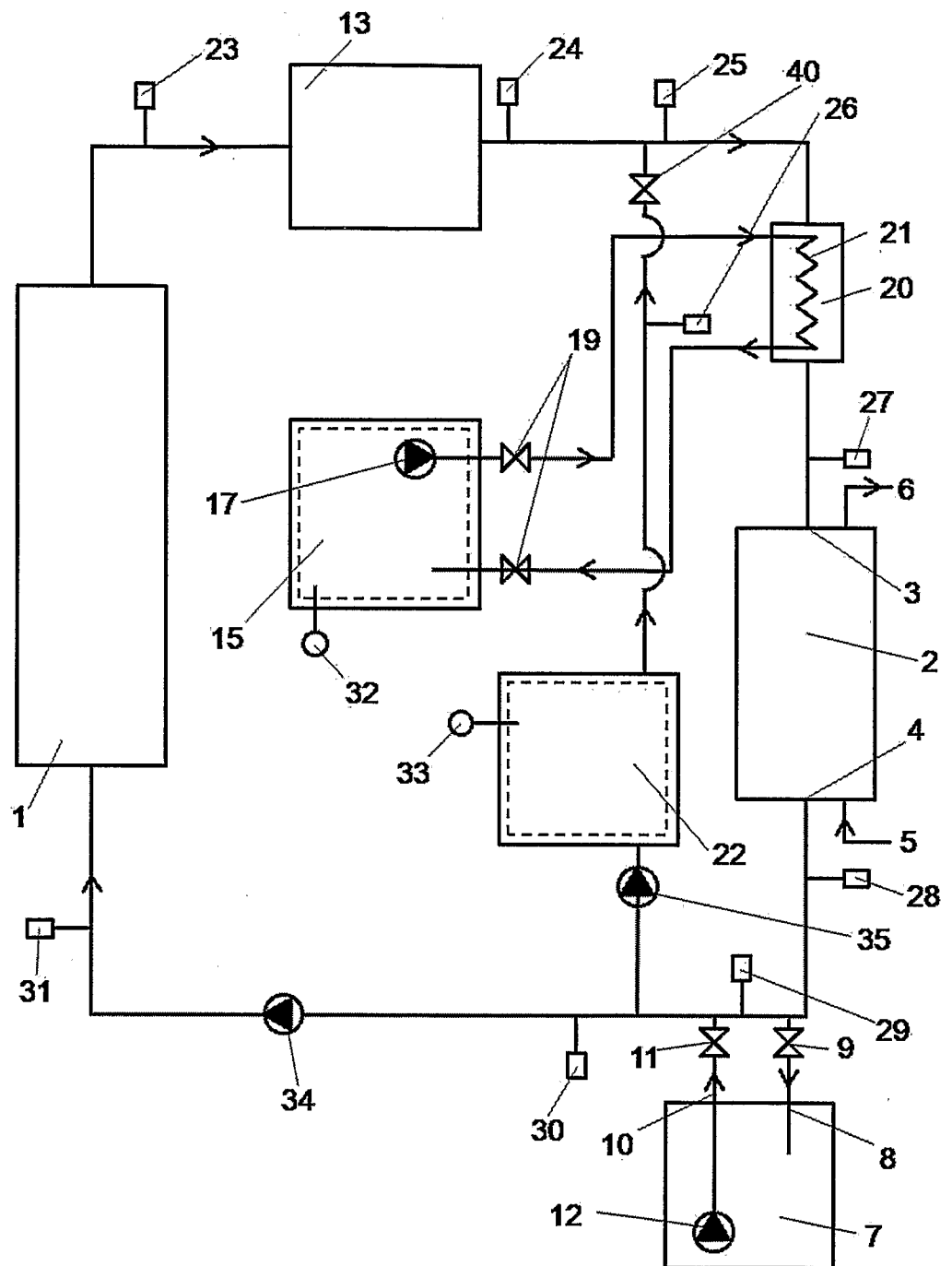


Figura 4

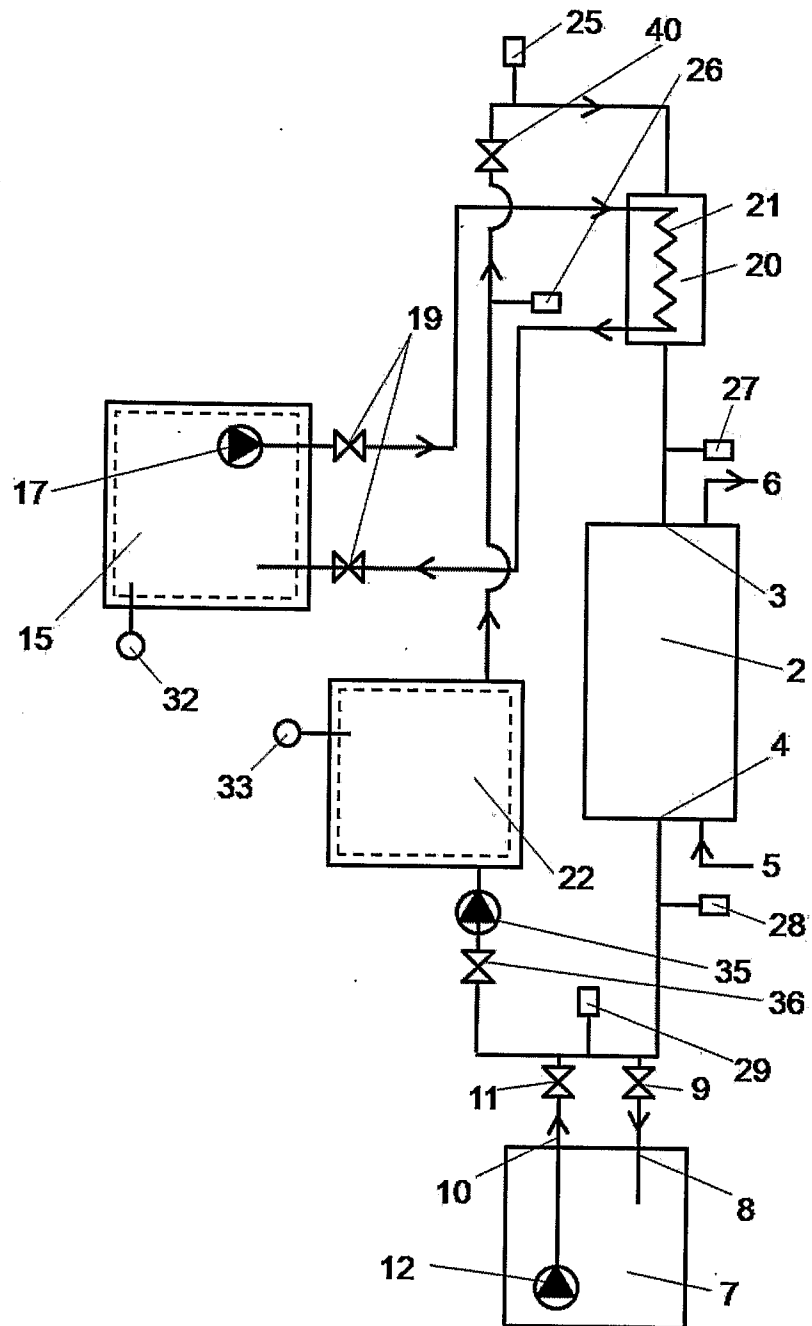


Figura 5

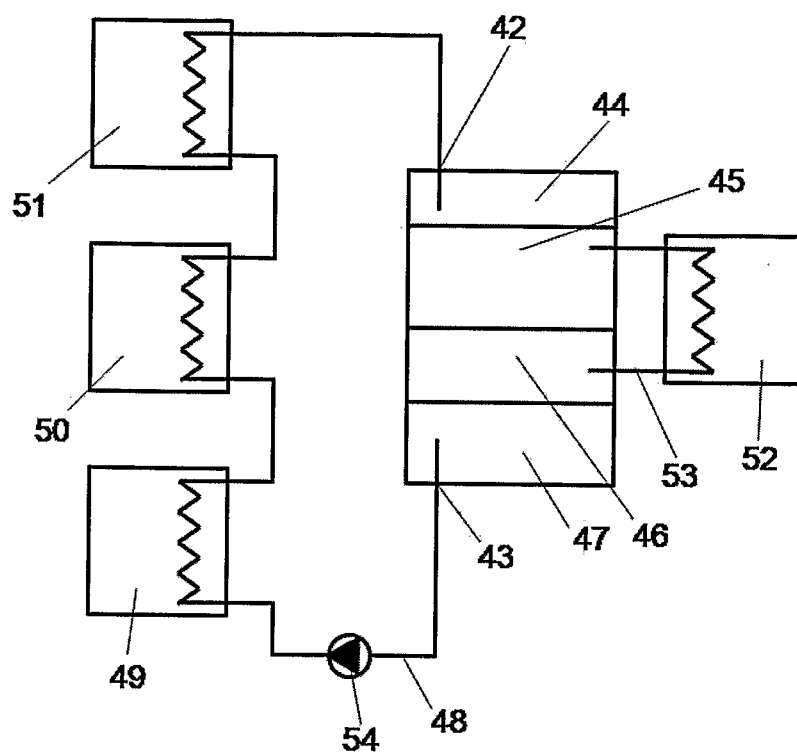


Figura 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/ ES 2010/000229

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

see extra sheet

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F03G6, F01K3, F24J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

INVENES,EPODOC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 10329623 B3 (DEUTSCH ZENTR LUFT & RAUMFAHRT) 13.01.2005, paragraphs [60-69], [74-75]; figure 1.	1
Y	US 4400946 A (OPLATKA et al.) 30.08.1983, column 3, line 45 - column 7, line 29; figures.	1
A	FR 2482205 A1 (ELECTRICITE DE FRANCE) 13.11.1981, the whole document.	1
A	ES 470625 A1 (ANVAR) 01.02.1979, the whole document.	1
A	US 2008066736 A1 (ZHU et al.) 20.03.2008, paragraphs [27-43]; figures 1-3.	1

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance.	
"E" earlier document but published on or after the international filing date	
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"O" document referring to an oral disclosure use, exhibition, or other means	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
	"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30.August.2010 (30.08.2010)

Date of mailing of the international search report

(02/09/2010)

Name and mailing address of the ISA/
O.E.P.M.

Paseo de la Castellana, 75 28071 Madrid, España.
Facsimile No. 34 91 3495304

Authorized officer

E. García Lozano

Telephone No. +34 91 349 68 63

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/ ES 2010/000229

Patent document cited in the search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10329623 B	13.01.2005	NONE	-----
-----	-----	-----	-----
US 4400946 A	30.08.1983	DE 2939585 A CH 643916 A	02.04.1981 29.06.1984
-----	-----	-----	-----
FR 2482205 A B	13.11.1981	NONE	-----
-----	-----	-----	-----
ES 470625 A	01.02.1979	FR 2394023 AB JP 54005254 A OA 6110 A	05.01.1979 16.01.1979 30.06.1981 30.06.1981
-----	-----	-----	-----
US 2008066736 A	20.03.2008	NONE	-----
-----	-----	-----	-----

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/ ES 2010/000229

CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F03G 6/06 (2006.01)

F01K 3/00 (2006.01)

F24J 2/04 (2006.01)

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional N°

PCT/ ES 2010/000229

A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

Ver hoja adicional

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

F03G6, F01K3, F24J

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones N°
Y	DE 10329623 B3 (DEUTSCH ZENTR LUFT & RAUMFAHRT) 13.01.2005, párrafos [60-69], [74-75]; figura 1.	1
Y	US 4400946 A (OPLATKA et al.) 30.08.1983, columna 3, línea 45 - columna 7, línea 29; figuras.	1
A	FR 2482205 A1 (ELECTRICITE DE FRANCE) 13.11.1981, todo el documento.	1
A	ES 470625 A1 (ANVAR) 01.02.1979, todo el documento.	1
A	US 2008066736 A1 (ZHU et al.) 20.03.2008, párrafos [27-43]; figuras 1-3.	1

☐ En la continuación del Recuadro C se relacionan otros documentos ☒ Los documentos de familias de patentes se indican en el Anexo

* Categorías especiales de documentos citados:	"T"	documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.
"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.	"X"	documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.
"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.	"Y"	documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.
"L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).	"&"	documento que forma parte de la misma familia de patentes.
"O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.		
"P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.		

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional.

30.Agosto.2010 (30.08.2010)

Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional

02 septiembre de 2010 (02/09/2010)

Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional

O.E.P.M.

Paseo de la Castellana, 75 28071 Madrid, España.

N° de fax 34 91 3495304

Funcionario autorizado

E. García Lozano

N° de teléfono +34 91 349 68 63

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Información relativa a miembros de familias de patentes

Solicitud internacional N°

PCT/ES 2010/000229

Documento de patente citado en el informe de búsqueda	Fecha de Publicación	Miembro(s) de la familia de patentes	Fecha de Publicación
DE 10329623 B	13.01.2005	NINGUNO	-----
US 4400946 A	30.08.1983	DE 2939585 A CH 643916 A	02.04.1981 29.06.1984
FR 2482205 A B	13.11.1981	NINGUNO	-----
ES 470625 A	01.02.1979	FR 2394023 AB JP 54005254 A OA 6110 A	05.01.1979 16.01.1979 30.06.1981 30.06.1981
US 2008066736 A	20.03.2008	NINGUNO	-----

CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

F03G 6/06 (2006.01)

F01K 3/00 (2006.01)

F24J 2/04 (2006.01)