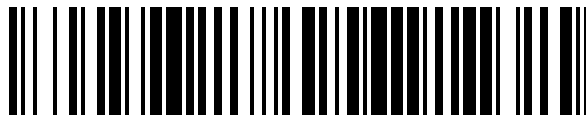


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 143 208**

21 Número de solicitud: 201530886

51 Int. Cl.:

**F24J 2/46**

(2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

**28.07.2015**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**01.09.2015**

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A  
DISTANCIA (100.0%)  
Calle Bravo Murillo, 38  
28015 Madrid ES**

72 Inventor/es:

**ROVIRA DE ANTONIO, Antonio José;  
PIERA CARRETÉ, Mireia y  
MONTES PITA, M<sup>a</sup> José**

54 Título: **Dispositivo de entrada y salida deslizante de tubos para receptor solar de concentración**

ES 1 143 208 U

**DESCRIPCIÓN****DISPOSITIVO DE ENTRADA Y SALIDA DESLIZANTE DE TUBOS PARA RECEPTOR SOLAR DE CONCENTRACIÓN****5 SECTOR DE LA TÉCNICA**

La invención se encuadra en el campo de las centrales termosolares de concentración, especialmente en aquellas en las que la tecnología de concentración es lineal, como es el caso de las centrales de tipo Fresnel de reflexión. Su uso resulta de interés relevante en dicha industria energética, particularmente cuando el receptor es de tipo multi-tubo, en el que el fluido se calienta a su paso por un circuito hidráulico que recorre el receptor en diversos pasos desde la cabecera al confín del receptor y viceversa.

**PROBLEMA TÉCNICO A RESOLVER Y ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

Las centrales solares de concentración, en función de la aplicación a la que den servicio, deben calentar el fluido de trabajo que discurre por sus receptores hasta temperaturas habitualmente altas, desde una hasta varias centenas de grados Celsius por encima de la temperatura ambiental. En este sentido, dado que el montaje del sistema, consistente esencialmente en tuberías y los elementos mecánicos asociados a ellas, se realiza a temperatura ambiente, y dado que la temperatura de trabajo es muy superior a la ambiental y, además, creciente a lo largo del conducto, es necesario dotar al conjunto de elementos o disposiciones que permitan acomodar las dilataciones de los materiales sin que se produzcan tensiones que pongan en peligro su integridad.

En efecto, las altas temperaturas de trabajo producen dilataciones en los cuerpos en las tres dimensiones, siendo especialmente relevante en el caso de las conducciones la elongación a lo largo de la dimensión más larga o dominante del circuito. La ecuación que rige la dilatación libre de un cuerpo es la siguiente:

$$\Delta L = \alpha \cdot \Delta T \cdot L$$

siendo L la longitud del cuerpo en cualquiera de sus tres dimensiones,  $\Delta L$  la dilatación en esa dimensión,  $\alpha$  el coeficiente lineal de dilatación térmica y  $\Delta T$  la variación de temperatura que origina la dilatación.

En el caso de receptores lineares, la dimensión dominante es la longitudinal: la que sigue el fluido durante su calentamiento a lo largo de los sucesivos pasos de cabecera a confín y de confín a cabecera.

En ausencia de restricciones, el calentamiento del conjunto de tubos desde su temperatura de montaje hasta la de funcionamiento hace que estos se dilaten, por lo que la longitud entre los extremos desde la cabecera (extremo de entrada) hasta el confín (extremo opuesto a la cabecera) es mayor durante el funcionamiento que a temperatura ambiental. Este fenómeno, bien conocido, hace que el extremo del tubo en el confín se aleje del de la cabecera. Además, el calentamiento es progresivo, por lo que la dilatación durante el siguiente paso desde el confín hacia la cabecera es mayor, y el extremo de cabecera de este siguiente tubo se desplaza con respecto a su posición de reposo en frío. Este efecto se produce sucesivamente en los tubos que conforman los distintos pasos, por lo que ninguno de los extremos, en ausencia de restricciones, queda en su ubicación original con respecto a la posición de montaje, bien sean los extremos de la cabecera como los del confín.

Dentro del receptor, el conjunto de tubos ha de disponerse en el seno de un cajón que lo aloja. Si se desea un montaje estanco dentro del cajón y fuera de los tubos del circuito, que permita bien aplicar cierto vacío o depresión al receptor, o bien contener un gas inerte, con el fin último de preservar las características de los recubrimientos y/o pinturas de los tubos, es deseable que los puertos de entrada y salida del fluido de trabajo que se calienta en los tubos sean fijos pues, de otra manera, es difícil garantizar la estanqueidad.

Sin embargo, la fijación de los puertos de entrada y salida es contraria a la libre dilatación antes mencionada. Pero también es conocido que las restricciones a las dilataciones, ante variaciones de temperaturas del orden de centenas de grados Celsius, provocan tensiones significativas que ponen en juego la integridad del circuito y del receptor.

El objeto de la presente invención es permitir la dilatación libre de los puertos de entrada y/o salida del fluido del trabajo que se calienta en el receptor sin interferir en la estanqueidad del cajón que conforma la cavidad donde se ubica el circuito para, de esa forma, obtener ambos beneficios cuyas implementaciones usuales son de consecuencias contrapuestas.

### **DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

El receptor de la instalación termosolar está compuesto de un conjunto de receptores unitarios o cajones, acristalados por su zona inferior, que contienen en su interior una bancada de tubos paralelos conectados entre sí y dispuestos en varios pasos. Por el interior de los tubos circula un fluido de trabajo, que se calienta en su recorrido por los tubos en presencia de radiación solar concentrada. Por el exterior de los tubos y en el interior del cajón se dispone de aire o cualquier otro gas, bien a presión parecida a la atmosférica o bien con vacío.

El fluido de trabajo entra en los tubos del receptor por el extremo de entrada situado en la cabecera, recorre el circuito hidráulico establecido, por donde se calienta progresivamente, y

sale por el extremo de salida, situado bien en la cabecera, preferentemente, o bien en el confín, que es el extremo contrario a la cabecera.

Con objeto de permitir la dilatación libre uno de los extremos, entrada o salida, o de ambos, se disponen en dicho extremo o extremos los siguientes elementos:

- 5        - un anillo, bien elíptico o bien rectangular, soldado al tubo en el tramo de entrada o salida;
- un cárter contenedor del anillo soldado al tubo, conformado por dos placas, una interna y otra externa que, a su vez, están ranuradas de forma que la anchura de la ranura es mayor que el diámetro del tubo y menor que el diámetro menor o lado menor del anillo
- 10       soldado, y su longitud es superior a la longitud  $\Delta L$  de dilatación neta del extremo y menor que el radio mayor o semi-lado menor del anillo soldado;
- una pluralidad de elementos de fijación de las placas que conforman el cárter entre sí y con el cajón.

Para el correcto funcionamiento, el banco de tubos tiene un solo punto de anclaje al cajón (el presente anclaje tubo-cajón no se debe confundir con la fijación de las placas que conforman el cárter enumerada recientemente). Esta indicación se entiende mejor si, de forma imaginaria, se desarrolla linealmente el circuito de tramos paralelos hasta convertirlo en una sola línea recta; en efecto, si no se desean introducir tensiones térmicas debido a las dilataciones solo se puede restringir el movimiento completamente en un solo punto. Además de la anterior prescripción, el

20       cajón contiene un orificio de dimensiones mayores que los de la ranura aplicada a las placas que conforman el cárter y menores que las dimensiones de dichas placas, y se dispone el anillo soldado en el tubo entre las dos placas que conforman el cárter. Asimismo, la longitud  $\Delta L$  de dilatación neta del extremo queda determinada por la siguiente ecuación:

$$\Delta L = |\sum(\alpha_i \cdot \Delta T_i \cdot L_i) - \sum(\alpha_i \cdot \Delta T_i \cdot L_i)|$$

25       Donde los sumatorios se corresponden, en el caso de que se trate de la entrada deslizante:

- con los tramos de los pasos que van desde la entrada hasta el punto de sujeción;
- el término positivo, con los tramos o pasos en los que el fluido circula desde la cabecera hacia el confín y el negativo al contrario;
- siendo  $L_i$  las longitudes de dichos pasos o del tramo desde el extremo del tubo hasta el
- 30       único punto de fijación de la bancada de tubos;
- y  $\Delta T_i$  es el incremento medio de respecto del ambiente en dicho tramo.

En el caso de que se trate de la salida deslizante, los símbolos empleados se corresponden con los mismos conceptos indicados pero el sumatorio positivo y negativo son lo contrario: positivo cuando el fluido discurre de confín a cabecera y viceversa.

El montaje debe ser de tal forma que al menos una placa que conforma el cárter esté en contacto con el anillo soldado al tubo y, al tiempo, ambas estén en contacto con las paredes del cajón en su interior y sujetas a él y entre sí mediante la pluralidad de elementos de sujeción.

### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS**

5 Las figuras 1 y 2 muestran, respectivamente, la sección y el alzado de un un ejemplo de materialización de la invención.

Para facilitar la comprensión de las figuras y de las materializaciones preferentes de la invención, a continuación se relacionan los elementos relevantes de la misma, que aparecen en las figuras:

- 10 1. Tramo de entrada o de salida del tubo por el que circula el fluido de trabajo.
2. Anillo soldado al tubo (1) en el tramo de entrada o salida, bien elíptico o bien rectangular.
3. Cárter contenedor del anillo soldado al tubo (2).
4. Ranura del cárter contenedor del anillo soldado al tubo (3).
- 15 5. Elementos de fijación de las placas que conforman el cárter contenedor del anillo solado al tubo (2).

### **DESCRIPCIÓN DE UNA FORMA DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION**

20 La invención se puede materializar, de forma preferente, siguiendo el ejemplo que se describe a continuación, en el que las cotas no son prescriptivas sino indicativas.

Sea un receptor unitario con una longitud efectiva de 5 m que recibe la radiación solar concentrada procedente de un campo de espejos tipo Fresnel de reflexión. El receptor, situado en lo alto de una estructura y alineado con otros iguales, contiene en su interior una bancada de 8 tubos en paralelo de una pulgada de diámetro exterior, de forma que se configura un

25 circuito hidráulico de 40 m de longitud con 4 idas de cabecera a confín y 4 vueltas de confín a cabecera. El receptor recibe el fluido de trabajo por el puerto de entrada, unido al extremo de entrada del primer tubo que conforma el circuito, situado en la cabecera del receptor; y devuelve el fluido ya calentado por el extremo del final octavo tubo, situado dicho extremo también en la cabecera, saliendo el fluido hacia la conducción exterior por el puerto de salida.

30 El dispositivo se monta a temperatura ambiental, por ejemplo, 25 °C. Se elige el extremo de salida como el punto fijo de anclaje prescrito en la descripción, y se elige que el extremo de

entrada (1) sea deslizante según las indicaciones anteriormente prescritas. De esa forma, sabiendo que los tubos son de acero, con un coeficiente de dilatación de  $1,2 \cdot 10^{-5}$  y que la temperatura nominal de trabajo asciende, por ejemplo, a 225 °C a la entrada y 525 °C a la salida, que se dividen en 8 tramos de calentamiento de 37,5 °C cada uno, la temperatura media y dirección del flujo en cada tubo son:

- Paso 1º: 243,75 °C, de cabecera a confín.
- Paso 2º: 281,25 °C, de confín a cabecera.
- Paso 3º: 318,75 °C, de cabecera a confín.
- Paso 4º: 356,25 °C, de confín a cabecera.
- Paso 5º: 393,75 °C, de cabecera a confín.
- Paso 6º: 431,25 °C, de confín a cabecera.
- Paso 7º: 468,75 °C, de cabecera a confín.
- Paso 8º: 506,75 °C, de confín a cabecera.

Consecuentemente, dado que la temperatura ambiental son 25 °C y cada paso es de 5m, la longitud neta de dilatación en el extremo de entrada resulta:

$$\begin{aligned} \Delta L &= |\sum(\alpha_i \cdot \Delta T_i \cdot L_i) - \sum(\alpha_i \cdot \Delta T_i \cdot L_i)| = \\ &= 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 5m \cdot [(243,75-25) + (318,75-25) + (393,75-25) + (468,75-25) - \\ &\quad - (281,25-25) - (356,25-25) - (431,25-25) - (506,75-25)] = 0,9 \text{ cm} \end{aligned}$$

Con todo ello, quedan definidos los límites que se han de respetar en el diseño del anillo soldado al tubo (2) y la ranura (4) de las placas que conforman el cárter (3). En efecto, el diámetro de la ranura tendrá que ser mayor de una pulgada y su longitud mayor que 0,9 cm. Asimismo, el radio del diámetro mayor del anillo (2) o su semi-lado mayor ha de ser mayor de 0,9 cm, y su diámetro menor o semi-lado menor ha de ser superior a la anchura de la ranura (4).

## REIVINDICACIONES

1 – Dispositivo de entrada y salida deslizante de tubos para receptor solar de concentración que comprende:

- 5        - un conjunto de receptores unitarios o cajones, acristalados por su zona inferior, que contienen en su interior una bancada de tubos paralelos conectados entre sí y dispuestos en varios pasos;
- un fluido de trabajo, que se calienta en su recorrido por los tubos en presencia de radiación solar concentrada;
- 10       - aire o cualquier otro gas, bien a presión parecida a la atmosférica o bien con vacío en el seno del cajón o receptor unitario y fuera de los tubos;

**caracterizado** por que en el extremo de entrada o de salida (1), o en ambos, se disponen los siguientes elementos:

- 15       - un anillo (2), bien elíptico o bien rectangular, soldado al tubo en el tramo de entrada o salida;
- un cárter contenedor del anillo soldado al tubo (3), conformado por dos placas, una interna y otra externa que, a su vez, están ranuradas de forma que la anchura de la ranura (4) es mayor que el diámetro del tubo y menor que el diámetro menor o lado menor del anillo soldado, y su longitud es superior a la longitud  $\Delta L$  de dilatación neta del extremo deslizante y menor que el radio mayor o semi-lado menor del anillo soldado;
- 20       - una pluralidad de elementos de fijación (5) de las placas que conforman el cárter entre sí y con el cajón;

cuyo montaje debe se ejecuta de tal forma que al menos una placa que conforma el cárter esté en contacto con el anillo soldado al tubo y, al tiempo, ambas placas estén en contacto con las paredes del cajón en su interior y sujetas a él y entre sí mediante la pluralidad de elementos de sujeción.

2 – Dispositivo de entrada y salida deslizante de tubos para receptor solar de concentración según reivindicación primera **caracterizado** por que el banco de tubos tiene un solo punto de anclaje al cajón.

30       3 – Dispositivo de entrada y salida deslizante de tubos para receptor solar de concentración según reivindicaciones anteriores **caracterizado** por que el cajón contiene un orificio de dimensiones mayores que los de la ranura (4) aplicada a las placas que conforman el

cárter (3) y menores que las dimensiones de dichas placas, y se dispone el anillo soldado (2) en el tubo entre las dos placas que conforman el cárter (3).

4 – Dispositivo de entrada y salida deslizante de tubos para receptor solar de concentración según reivindicaciones anteriores **caracterizado** por que la longitud  $\Delta L$  de dilatación neta del extremo queda determinada por la siguiente ecuación:

$$\Delta L = |\sum(\alpha_i \cdot \Delta T_i \cdot L_i) - \sum(\alpha_i \cdot \Delta T_i \cdot L_i)|$$

donde los sumatorios se corresponden, en el caso de que se trate de la entrada deslizante:

- con los tramos enteros de los pasos que van desde la entrada hasta el punto de sujeción;
- el término positivo, con los tramos o pasos en los que el fluido circula desde la cabecera hacia el confín y el negativo al contrario;
- siendo  $L_i$  las longitudes de dichos pasos o del tramo desde el extremo del tubo hasta el único punto de fijación de la bancada de tubos;
- y  $\Delta T_i$  es el incremento medio de respecto del ambiente en dicho tramo;

y, en el caso de que se trate de la salida deslizante, los símbolos empleados se corresponden con los mismos conceptos indicados pero el sumatorio positivo y negativo son lo contrario: positivo cuando el fluido discurre de confín a cabecera y viceversa.

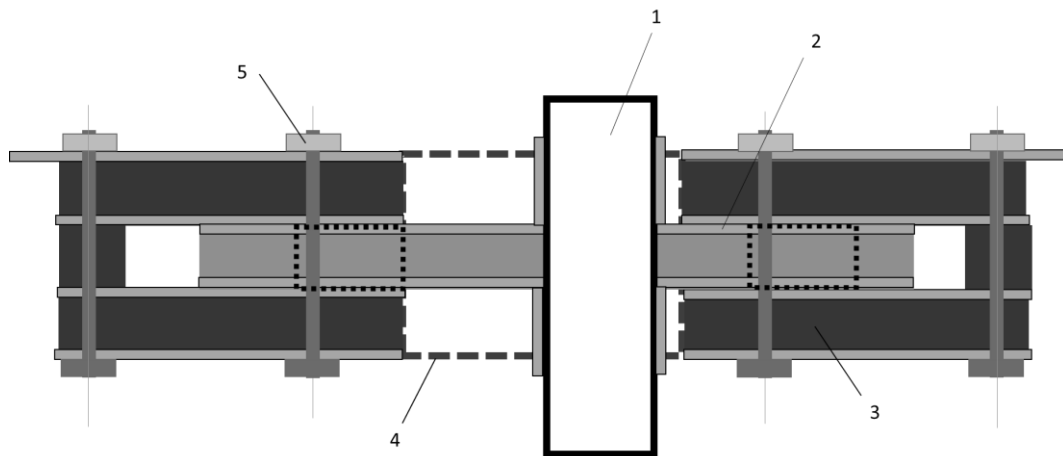


FIG. 1.

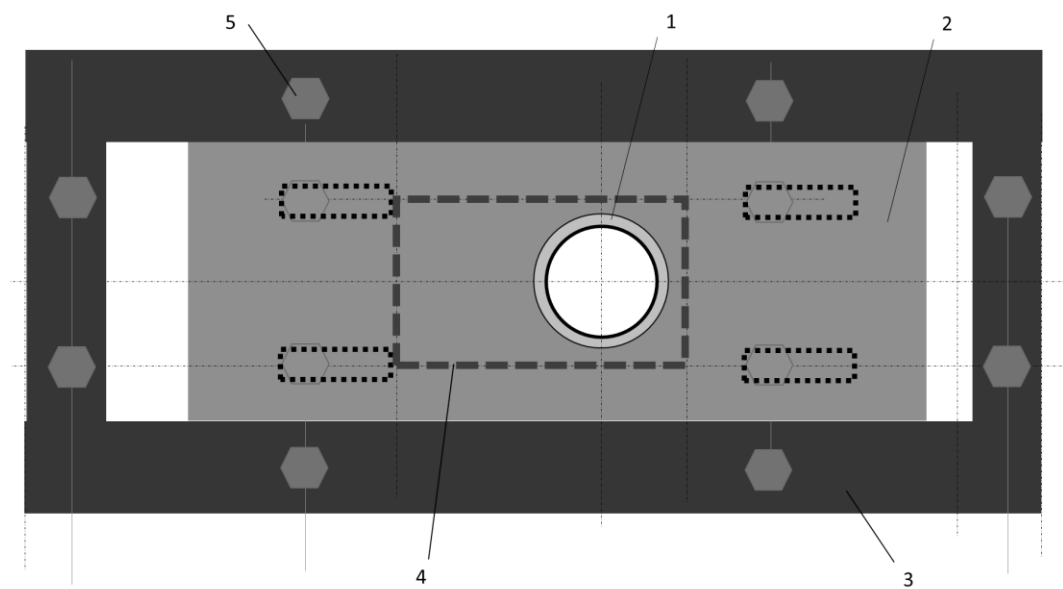


FIG. 2.