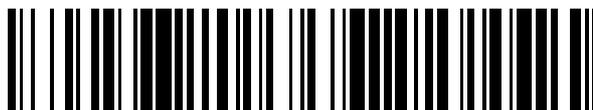


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 570 705**

51 Int. Cl.:

F24J 2/07 (2006.01)
F24J 2/16 (2006.01)
F24J 2/38 (2006.01)
F24J 2/40 (2006.01)
F24J 2/46 (2006.01)
G01S 3/786 (2006.01)
F24J 2/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.03.2012 E 12708836 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.02.2016 EP 2686618**

54 Título: **Módulo receptor para central solar con vigilancia térmica integrada**

30 Prioridad:

14.03.2011 FR 1152057

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

19.05.2016

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES (100.0%)
25, Rue Leblanc, Bâtiment "Le Ponant D"
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**COUTURIER, RAPHAËL y
BRUCH, ARNAUD**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 570 705 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

Módulo receptor para central solar con vigilancia térmica integrada

5 Ámbito técnico y técnica anterior

La presente invención se refiere a un módulo receptor solar para central solar con vigilancia térmica integrada, a un receptor solar que incluye al menos dos de dichos módulos receptores y a una central solar de concentración del tipo Fresnel que incluye al menos uno de dichos receptores.

10 La tecnología solar térmica de concentración consiste en utilizar la radiación solar para calentar un fluido caloportador, que sirve de fuente caliente en un ciclo termodinámico. La concentración permite alcanzar temperaturas más o menos elevadas y beneficiarse así de rendimientos de conversión termodinámicos más o menos importantes. Las tecnologías desarrolladas se distinguen por sus medios de concentración de los rayos solares empleados, por los medios de transporte y, en su caso, de almacenamiento del calor que se utilizan, es decir el fluido caloportador utilizado y medios de conversión termodinámica que son, por ejemplo, turbinas de vapor, turbinas de gas o motores Stirling.

20 Existen típicamente cuatro familias de sistemas solares de concentración ("Concentrating Solar Power" o CSP en inglés):

- los colectores cilíndrico-parabólicos de foco lineal,
- los concentradores lineales de Fresnel,
- 25 - los sistemas de torre con receptor central, y
- las parábolas con foco móvil.

30 Cada sistema solar de concentración incluye un receptor solar que tiene como función transferir a un fluido, como el agua, el aceite o un gas, el calor de la radiación solar. Este receptor solar forma, por lo tanto, un intercambiador de calor. Este intercambiador está formado por uno o varios tubos colocados en paralelo, en los que circula el fluido caloportador.

35 En el caso particular de una central solar de concentración del tipo Fresnel, el receptor solar recibe los rayos luminosos reflejados por espejos y los transmite al fluido caloportador en forma de calor.

Un receptor solar incluye típicamente:

- 40 - un absorbedor que recibe el flujo solar en su cara inferior y en el que circula el fluido caloportador, por ejemplo aceite o vapor de agua,
- eventualmente una capa de un material aislante térmico que permite limitar las pérdidas térmicas desde el absorbedor hacia el exterior,
- 45 - eventualmente un panel acristalado que permite aislar el absorbedor del medio exterior y delimita una cavidad cerrada entre el absorbedor y el cristal.

50 El receptor solar está suspendido de una estructura metálica por encima de los espejos.

El absorbedor puede estar formado por un único tubo, en el que circula un caloportador, o por varios tubos yuxtapuestos.

55 El flujo solar reflejado por los espejos puede no estar correctamente orientado y/o enfocado en relación con el absorbedor y la mancha solar concentrada puede entonces iluminar una parte de la estructura metálica, en lugar de iluminar solo el absorbedor.

60 Además de que una parte del flujo reflejado no se transmite al fluido caloportador y, por lo tanto, se pierde, la estructura metálica se recalienta. Se ha estimado que podría tener lugar una elevación de temperatura de 300° C de la estructura metálica. Una elevación semejante de temperatura implica, en una estructura de acero, una dilatación del orden de 5 mm/m. Cuando disminuye o desaparece la radiación solar, por ejemplo por la noche o con el paso de nubes, desciende la temperatura de la estructura metálica. La estructura sufre entonces ciclos térmicos que pueden conducir a deformaciones permanentes y dañar la estructura.

65 En funcionamiento normal, la estructura metálica se encuentra a una temperatura de funcionamiento típicamente incluida entre 50° C y 350° C, dependiendo esta del caloportador utilizado.

5 El documento WO 2001/025808 describe un receptor solar equipado con un robot destinado a medir el reparto de la densidad de la radiación solar orientada hacia el absorbedor y comprobar así si los reflectores de la instalación están correctamente colocados.

Este robot se desplaza por el receptor y a lo largo del mismo. Este dispositivo es complejo, voluminoso, requiere un importante mantenimiento y no ofrece información alguna sobre la estructura metálica.

10 Además, este dispositivo no permite detectar dinámicamente un problema de enfoque y/o de espejos durante el funcionamiento.

El documento DE 2511740 A1 describe un módulo receptor según el preámbulo de la reivindicación 1.

15 **Exposición de la invención**

En consecuencia, es un objetivo de la presente invención proponer un receptor solar de realización sencilla y robusta, en el que se puede detectar con facilidad un fallo de orientación y/o de enfoque del flujo solar en el absorbedor.

20 El objetivo referido se alcanza mediante un receptor solar que incluye una estructura metálica, por lo menos un absorbedor soportado por la estructura metálica y medios dispuestos a nivel de la estructura metálica para detectar una diferencia de temperatura con relación a una temperatura de referencia en la misma. Esta diferencia de temperatura es representativa de un fallo de posicionamiento y/o de enfoque del flujo solar en el absorbedor.

25 Dicho de otro modo, se detecta un fallo de posicionamiento y/o de enfoque de la mancha solar concentrado mediante la aparición de una diferencia de temperatura de la estructura metálica, cerca del absorbedor, en relación con su temperatura en un estado de funcionamiento óptimo en el que la mancha solar ilumina solo el absorbedor.

30 Gracias a la invención, la detección de la aparición de una diferencia de temperatura, en los bordes de la estructura alrededor de la cavidad, permite obtener información cualitativa del tipo de fallo que presenta el flujo, bien está orientado demasiado a la izquierda en relación con el absorbedor, bien está orientado demasiado a la derecha en relación con el absorbedor y/o bien está difuso. Por lo tanto, se puede vigilar la evolución térmica de la estructura y el funcionamiento general de la central sin tener datos cuantitativos del flujo, sino disponiendo solo de datos cualitativos sobre su estado de orientación/de enfoque y/o de difusión. Además, esta detección se consigue de
35 manera muy sencilla y muy fiable.

De manera ventajosa, el conocimiento del valor de la diferencia de temperatura puede permitir efectuar una vigilancia aún más profundizada de la central.

40 Por ejemplo, se emplean simples termopares repartidos a lo largo de la estructura metálica, a cada lado del absorbedor. Por ejemplo, van por pares, y cada par toma la temperatura de las partes izquierda y derecha de la estructura en un plano ortogonal al eje del receptor.

45 En general, los espejos están repartidos por grupos en la longitud de la central, y la orientación de cada grupo se efectúa por medio de un único accionador, de manera que los espejos de un grupo forman un conjunto monolítico. Se puede entonces prever la detección de una diferencia de temperatura, a izquierda y a derecha del absorbedor, en un único lugar de una sección de la estructura metálica del receptor que está iluminada por un grupo de espejos, ya que no se puede corregir individualmente la orientación de los espejos a menos que se actúe manual y directamente sobre cada espejo. Preferentemente, se desplaza el paso de los medios de detección y el de los grupos de espejos.

50 La presente invención tiene entonces por objeto un módulo receptor para central solar, incluyendo dicho módulo receptor una estructura metálica y un módulo absorbedor, definiendo la estructura metálica una cavidad en cuyo fondo se aloja el módulo absorbedor, con dicha cavidad dotada de una abertura destinada a estar orientada hacia al menos un espejo de la central solar, con dicha abertura bordeada por al menos un tramo lateral de la estructura metálica, incluyendo asimismo dicho módulo receptor medios dispuestos en dicho tramo lateral para detectar al menos una diferencia de temperatura entre una temperatura de referencia y un primer punto del tramo lateral, y una diferencia de temperatura entre una temperatura de referencia y un segundo punto del tramo lateral, con dichos primer y segundo punto del tramo lateral opuestos en relación con un plano de simetría de la cavidad.

60 En un ejemplo de realización, en el que el módulo receptor presenta un eje longitudinal y la cavidad se extiende a lo largo del eje longitudinal, dicha estructura metálica puede incluir dos tramos laterales que se extienden longitudinalmente a cada lado de la cavidad, con los dos puntos de medición dispuestos en cada uno de los tramos laterales en relación con el eje longitudinal, ventajosamente con los dos puntos contenidos en un plano ortogonal al eje longitudinal.

65 De manera ventajosa, los medios de detección incluyen al menos dos termopares, con cada uno de los dos

termopares montado en dicho tramo lateral de la estructura metálica.

Los medios de detección están preferentemente montados en dicho tramo lateral de la estructura metálica, en la cara opuesta a aquella destinada a estar orientada hacia los espejos.

5 El módulo absorbedor puede incluir al menos dos tubos yuxtapuestos y que se extienden longitudinalmente.

10 En un modo de realización, el módulo receptor puede incluir una chapa interior plegada de manera que forma dicha cavidad de eje longitudinal, con dos perfiles angulares fijados cada uno a los bordes laterales de la chapa interior formando los tramos laterales, al menos dos elementos metálicos en arco de círculo fijados a cada uno de los extremos longitudinales de los perfiles angulares y rodeando la chapa interior en el lado opuesto de la cavidad y una cubierta exterior en forma de medio tubo fijados a los elementos en arco de círculo.

15 La presente invención tiene asimismo por objeto un receptor que incluye por lo menos dos módulos receptores según la presente invención, colocados uno detrás de otro y unidos entre sí, con los módulos absorbedores unidos de manera estanca.

20 Los medios de detección están preferentemente repartidos en toda la longitud del receptor, de manera que permite una vigilancia completa del receptor.

25 La presente invención tiene asimismo por objeto una central solar que incluye por lo menos un receptor según la presente invención, un chasis para suspender dicho receptor, espejos dispuestos bajo el receptor de manera que los espejos reenvíen un flujo solar al absorbedor, siendo dichos espejos orientables en relación con el receptor, al menos un accionador para desplazar los espejos y una unidad de mando de dicho accionador.

El receptor puede presentar un eje longitudinal y los espejos pueden entonces estar repartidos por grupos a lo largo del eje, siendo obligatoria la misma orientación para todos los espejos de un mismo grupo, incluyendo cada grupo al menos un accionador comandado independientemente de los accionadores de los demás grupos.

30 Ventajosamente, el receptor incluye tantos medios de detección como grupos de espejos, con dichos medios de detección dispuestos en los tramos laterales de la estructura metálica con un paso desplazado en relación con el de los grupos de espejos.

35 La unidad de mando, durante la detección de una diferencia de temperatura superior a un valor umbral, para un grupo de espejos dado, puede determinar, en función de la orientación actual de dicho espejo y de la orientación del sol en el momento de la detección de la diferencia de temperatura, un ángulo de corrección para dicho grupo de espejos y puede comandar el al menos un accionador del grupo de espejos para hacerlo girar del ángulo de corrección determinado y puede, a continuación, comprobar el efecto de dicha rotación sobre la diferencia de temperatura.

40 La presente invención tiene asimismo por objeto un procedimiento de vigilancia de una central solar según la presente invención, que incluye las siguientes etapas:

45 a) medición de las diferencias de temperatura a lo largo del receptor y comparación con un valor umbral,

b) cuando una o varias diferencias de temperatura son superiores al valor dado, determinación de un ángulo de corrección para el o los espejos afectados,

50 c) modificación del ángulo de orientación del o de los espejos afectados en función del ángulo de corrección calculado,

d) comprobación del efecto de la modificación,

55 e) si la diferencia de temperatura para uno o varios espejos afectados es superior al valor umbral, se repiten las etapas b), c) y d), de lo contrario, se repite la etapa a).

Por ejemplo, la etapa d) tiene lugar varias horas o un día después de la etapa c).

60 Si, después de varias correcciones, la diferencia de temperatura sigue siendo superior al valor umbral, se puede realizar una intervención individual en los espejos y/o se pueden adoptar medidas de protección de dicha estructura en relación con el flujo solar.

El valor umbral es por ejemplo igual a 10° C.

65 **Breve descripción de los dibujos**

La presente invención se entenderá mejor mediante la siguiente descripción y los dibujos adjuntos, en los cuales:

- la figura 1 es una representación esquemática de una central solar de concentración del tipo "Fresnel",

5 - la figura 2 es una vista en perspectiva de un ejemplo de receptor según la presente invención,

- las figuras 3A a 3C son vistas en corte transversal del receptor de la figura 2, en las que están representados distintos estados de funcionamiento del receptor detectables gracias a la presente invención,

10 - la figura 4 es una representación gráfica de la variación de temperatura de la estructura metálica a lo largo del eje longitudinal del receptor y de la variación de temperatura del caloportador a lo largo del eje longitudinal, para los distintos estados de las figuras 3a a 3C,

15 - la figura 5 es una vista idéntica a la de la figura 2, en la que están señalados los termopares a lo largo del receptor.

Exposición detallada de modos de realización particulares

En la figura 1, se puede observar un esquema de una central solar de concentración del tipo "Fresnel" a la que se aplica la invención.

20 La central solar incluye un receptor R, espejos 2 para reflejar los rayos solares hacia el absorbedor, un sistema de alimentación del receptor en caloportador "frío", un sistema de recogida del caloportador "caliente" a la salida del receptor y medios de conversión termodinámica (no representados) que incluyen, por ejemplo, turbinas de vapor, turbinas de gas, etc. La central y el receptor solar se extienden a lo largo de un eje longitudinal X.

25 El receptor solar está suspendido por encima de los espejos 2. Estos reflejan la radiación solar en dirección al receptor solar R, más concretamente en dirección a un absorbedor A. Los espejos 2 son orientables en relación con el suelo, de manera que pueden orientar el flujo solar F en dirección al receptor. Por ejemplo, varios espejos están acoplados y se desplazan juntos, formando un conjunto monolítico. Los espejos son móviles en rotación alrededor de un eje paralelo al eje del receptor.

30 El receptor está compuesto por una pluralidad de receptores conectados unos a otros a lo largo del eje longitudinal X. Por ejemplo, se trata de módulos que miden 5 metros de largo.

35 El receptor está suspendido por encima de los espejos con la ayuda de un medio 3, en el ejemplo representado se trata de un chasis 3 a una altura incluida, por ejemplo, entre 7 m y 15 m.

40 En las figuras 2 y 3A a 3C, se puede observar en detalle un ejemplo de realización de un receptor compuesto por varios módulos receptores MR. En la figura 2, el receptor incluye 5 módulos receptores.

En el resto de la descripción, se describe un módulo receptor.

El módulo receptor R incluye un módulo absorbedor A y una estructura de soporte 4 del absorbedor.

45 La estructura de soporte 4 es metálica y está destinada a permitir la suspensión del receptor en el chasis.

50 En el ejemplo representado, cada módulo absorbedor está formado por varios tubos 5, en los que está destinado a circular un caloportador; los tubos están dispuestos unos al lado de otros en la dirección longitudinal. Los tubos 5 de los sucesivos módulos absorbedores están conectados unos detrás de otros de manera estanca.

El módulo receptor MR incluye una cavidad 6 cuya abertura está orientada hacia los espejos 2 y que aloja el módulo absorbedor MA que se fija al fondo de la cavidad 6.

55 La cavidad 6 está delimitada por una chapa interior 7 plegada, que delimita una cavidad de eje longitudinal X de sección trapezoide. Vista en corte transversal (figuras 3A a 3C), la chapa 7 forma un faldón lateral 8 que redirige ventajosamente el flujo luminoso procedente de los espejos 2 hacia el módulo absorbedor MA. El flujo luminoso está simbolizado por las flechas F.

60 Preferentemente, un cristal 10 cierra la cavidad y aísla el módulo absorbedor del entorno exterior.

Unos perfiles angulares 9 se extienden longitudinalmente a cada lado de la chapa interior 7 y están fijados a la misma por medio de conjuntos tornillo-tuerca. Los perfiles angulares 9 sirven para proporcionar rigidez a la estructura.

65 La estructura de soporte 4 incluye asimismo elementos metálicos 12 en forma de arco de círculo, por ejemplo dos, dispuestos en cada uno de los extremos longitudinales de la chapa interior para proporcionarle rigidez, y una viga 13

ES 2 570 705 T3

con sección en T que se fija en toda la longitud de la chapa interior en una cara de la chapa opuesta a aquella a la que está fijado el absorbedor.

5 Los elementos 12 incluyen, en cada uno de sus extremos, una patilla 12.1 destinada a la fijación a los perfiles angulares 9, por ejemplo mediante conjuntos tornillo-tuerca.

Una chapa externa 14 en forma de medio cilindro se extiende entre los dos elementos 12 y está fijada a los mismos.

10 Ventajosamente, los elementos 12 incluyen anillos 16 para la manipulación del módulo receptor y su suspensión al chasis.

15 Unos medios de detección 20 de una diferencia de temperatura 20 con relación a una temperatura de referencia están previstos en los perfiles angulares y, más generalmente, en las partes de la estructura metálica que rodea la cavidad. En la representación de las figuras 3A a 3C, los medios de medición 20 están dispuestos a izquierda y derecha de la cavidad 6.

20 Los medios de detección 20 están ventajosamente fijados a una cara interior de los perfiles angulares 9, no en una cara exterior, con objeto de no estar iluminados por el flujo térmico. Asimismo, los medios 20 están ventajosamente dispuestos en contacto directo con los perfiles angulares.

25 En el ejemplo representado en las figuras 3A a 3C, está esquematizado un cable de conexión 21. De manera práctica, los cables de conexión están integrados en la estructura metálica.

Además, las mediciones no se transmiten necesariamente por cable, sino que podrían transmitirse por radio, por ejemplo en el caso de grandes centrales solares.

Los medios de detección están repartidos a lo largo de los perfiles angulares.

30 Los medios 20 están formados, por ejemplo, por termopares en contacto con el perfil angular 9. La detección de temperatura se efectúa mediante conducción del calor a través de la chapa de los perfiles angulares, lo que proporciona una buena fiabilidad de medición en comparación con una medición directamente en la cara iluminada de los perfiles angulares.

35 En efecto, si el termopar recibe directamente el flujo solar concentrado, la temperatura tomada por el termopar es en realidad la expresión de las propiedades de absorción y emisión de la funda metálica que protege el termopar.

40 Los termopares presentan la ventaja de ser sensores de temperatura muy sencillos y muy resistentes y con un bajo precio de coste. Además, son fáciles de colocar en la estructura metálica y no perturban el funcionamiento del campo solar y la transferencia de calor hacia el caloportador.

Como variante, se podrían plantear mediciones por cámara de infrarrojos o mediante redes de Bragg fotoimpresas en fibras ópticas.

45 Los medios de medición 20 son tales que permiten conocer una diferencia de temperatura de la estructura metálica a cada lado del absorbedor. Por ejemplo, se emplean parejas de termopares. Cada uno de los termopares de una pareja está dispuesto a cada lado de la cavidad y situado con preferencia considerablemente en un mismo plano ortogonal al eje longitudinal. Como variante, los dos termopares pueden estar en dos planos distintos.

50 De manera ventajosa, el número de parejas de termopares puede reducirse ya que los espejos están generalmente desplazados por grupos, no individualmente, como se ha descrito anteriormente.

55 Los grupos de espejos pueden, además, estar constituidos por espejos situados a cada lado del eje X, o también del mismo lado. En consecuencia, solo se puede prever una pareja de termopares en un tramo de receptor iluminado por un mismo grupo de espejos. Un grupo de espejos mide, por ejemplo, entre 44 m y 50 m de largo. Suponiendo que la orientación de los espejos de un grupo es idéntica, no es necesario tener una información de la temperatura en todos los puntos de la estructura. Si los espejos presentan un fallo de orientación, esta mala orientación puede detectarse cualquiera que sea el punto de la zona iluminada por el grupo de espejos.

60 Sin embargo, se pueden prever varias parejas de termopares por sección de receptor iluminado por un único grupo de espejos, con objeto de detectar un fallo de enfoque y/o de posicionamiento de un espejo o varios espejos en el grupo. Este fallo puede ser un fallo de ajuste en el montaje o un espejo roto.

65 De este modo, se efectúa un control local. En este caso, se efectúa una corrección en uno o varios espejos, no en el grupo.

Se puede elegir una separación entre dos parejas de termopares sucesivas de algunos metros, por ejemplo entre 10

ES 2 570 705 T3

m y 25 m. Para un receptor de una longitud de 1 km, se emplean 80 termopares, lo que corresponde a una potencia de 0,5 MWe.

En las figuras 3A a 3C están representados tres estados de iluminación del receptor. En la figura 4, están representadas la temperatura de la estructura metálica T1 y la temperatura T2 del caloportador en el absorbedor, en función de la posición de los termopares en el receptor a lo largo del eje longitudinal. En la figura 5, se puede observar el emplazamiento y la designación de los termopares, los termopares están designados mediante G o D en función de su posición izquierda o derecha, respectivamente, a cada lado del eje y mediante 0 a 5 según su posición a lo largo del eje longitudinal X.

En el ejemplo representado, el receptor mide 50 m y hay dispuestos termopares 20 cada 10 m. Se toma la hipótesis de un caloportador que entra a 150 °C y se calienta de 2 °C a 5 °C cada metro aproximadamente.

La zona del receptor iluminada por el flujo concentrado, que corresponde a la extensión de la mancha solar, está representada mediante una doble flecha ZF.

En la figura 3A, el flujo está correctamente focalizado, la zona ZF está centrada en el absorbedor A y solo el absorbedor está iluminado por la mancha solar concentrada. La temperatura tomada por el termopar de la izquierda es considerablemente igual a la del termopar de la derecha y es igual a una temperatura de referencia. La temperatura se sitúa por lo tanto en la derecha I. En este caso, la temperatura de la estructura metálica está generalmente incluida entre 50 °C y 200 °C para un fluido caloportador a 300 °C aproximadamente.

En caso de que el caloportador sea aceite, la temperatura normal de la estructura metálica estará incluida entre 50 °C y 250 °C; en caso de que el caloportador sea vapor de agua, la temperatura normal de la estructura metálica estará incluida entre 50 °C y 350 °C. La temperatura de funcionamiento normal varía a lo largo del receptor. En efecto, en la entrada, cuando el caloportador está "frío", la temperatura del receptor y, por lo tanto, de la estructura metálica que se calienta mediante conducción, es inferior a la de la salida del receptor, donde el caloportador está a su temperatura más elevada.

En la figura 3B, el flujo solar no está correctamente orientado e ilumina más el lado izquierdo del receptor, por lo que la mancha solar cubre únicamente una parte del absorbedor y una parte de la estructura metálica, y calienta una parte del perfil angular izquierdo 9. En consecuencia, la temperatura tomada por los termopares de la izquierda G3 y G4 es superior a la tomada por los termopares de la derecha D3 y D4, siendo esta última inferior a la temperatura de referencia.

La temperatura del perfil angular izquierdo se lee en la curva II.

En la figura 3C está representado el caso de un flujo solar difuso, la zona ZF cubre al mismo tiempo el absorbedor y al menos una parte de los perfiles angulares izquierdo y derecho. La dispersión del flujo puede deberse, por ejemplo, a suciedad en los espejos que causa la aparición de un cono de difusión.

La temperatura puede leerse entonces en la curva II de la figura 4, esta es inferior a la temperatura del caso de la figura 3B, donde solo está iluminado uno de los perfiles angulares.

Las curvas I', II', III' de T2 muestran la temperatura del caloportador en función de las temperaturas de las distintas partes del receptor, correspondiente a las curvas I, II, III. La temperatura de caloportador más elevada a la salida se obtiene en el caso en que el flujo está correctamente orientado y/o enfocado. La temperatura más baja corresponde al caso en que el flujo ilumina uno u otro de los perfiles angulares y en parte el absorbedor. En caso de que el flujo sea escasamente difuso, la temperatura alcanzada es intermedia. La curva III" muestra la temperatura del caloportador en el caso de una difusión importante del flujo solar concentrado, se observa que esta presenta valores inferiores a los de la curva II'.

En el caso de la figura 3B, la mancha solar ilumina en parte el absorbedor, pero se puede plantear el caso en que el fallo de posicionamiento de los espejos sería tal que la mancha solar solo iluminaría la parte izquierda o derecha de la estructura metálica y en absoluto el absorbedor.

Cuando se detecta un fallo y, por lo tanto, un calentamiento de la estructura metálica, se pueden adoptar medidas correctivas y/o paliativas.

Es posible corregir un fallo de posicionamiento de la mancha solar añadiendo en el bucle de comando del dispositivo de puesta en rotación de los espejos una función de corrección que repara los fallos locales. En el caso de un fallo como el representado en la figura 3B, se ordena un cambio de orientación del grupo de espejos afectado accionando los accionadores del grupo. La elección del ángulo de rotación se determina en función del ángulo de inclinación actual y de la posición del sol.

Por ejemplo, se ordena una rotación de algunas décimas de grado. Después de cierto período de tiempo, por

ejemplo algunas horas, incluso un día, se observa el efecto de la corrección. Si la diferencia de temperatura tomada es nula o inferior a un valor dado, se considera que ha desaparecido el fallo. Si aún se detecta una diferencia de temperatura superior al valor umbral, se lleva a cabo un nuevo ajuste.

5 Si, después de varias correcciones, no ha desaparecido el fallo, es que el fallo se debe, por ejemplo, a un motor averiado y/o un espejo roto o un espejo desajustado.... Un operario se desplaza e interviene entonces directamente en los espejos y/o los accionadores...

En el caso de un fallo de enfoque, el operador interviene generalmente in situ en cada espejo.

10 Además, cuando se detecta la aparición de puntos calientes en la estructura que pueden dañarla, y que estos no pueden eliminarse a pesar de la implantación de medidas correctivas, se adoptan medidas de protección en los lugares en cuestión para proteger la estructura metálica. Por ejemplo, se pueden colocar pantallas que se interponen entre la estructura metálica y los espejos a distancia de la estructura metálica, siendo entonces la pantalla la que se ilumina y calienta, en lugar de la estructura metálica, o se pueden disponer superficies reflectantes en la estructura metálica que reenvía el flujo óptico y reduce el recalentamiento de la estructura metálica.

15 La vigilancia del receptor es muy sencilla ya que utiliza la aparición de una diferencia de temperatura en relación con la temperatura de referencia.

20 La diferencia de temperatura umbral más allá del cual se considera que existe un fallo es por ejemplo igual a 10° C.

Gracias a la invención, es posible un seguimiento en tiempo real de la evolución de la calidad del enfoque. Si algunos espejos están deformados o mal enfocados, el problema en el ámbito solar se localiza fácil y rápidamente, un problema de enfoque local puede identificarse entre varios kilómetros de receptores. Las operaciones de mantenimiento y/o ajuste pueden ir más dirigidas, de lo que resulta una importante ganancia de eficacia y tiempo en el mantenimiento y/o el ajuste. De ello resulta una ganancia a nivel del rendimiento de la central, ya que se puede corregir rápidamente cualquier pérdida de flujo solar.

25 De manera ventajosa y en caso de que se tome efectivamente la temperatura de la estructura, después de cierto tiempo de funcionamiento de la central solar, por ejemplo algunos meses, se puede integrar en el sistema de vigilancia un "aprendizaje" de las temperaturas tomadas. Este está asociado a un dispositivo de alerta que se activa cuando, para un flujo solar dado, se toman temperaturas muy distintas de aquellas obtenidas durante un día anterior que presentase un flujo solar que corresponda considerablemente al flujo solar en cuestión.

30 Se ha descrito la invención en el caso de un receptor con una estructura dada; sin embargo, la presente invención se aplica a cualquier receptor que incluya un absorbedor y una estructura metálica que se extienda longitudinalmente a cada lado del absorbedor. Por ejemplo, la cavidad podría tener una forma circular y el perfil angular de la estructura metálica rodear la cavidad, los termopares estarían entonces dispuestos en el perfil angular de manera diametralmente opuesta.

35 Como variante, se pueden prever medios de detección de la diferencia de temperatura de tipo binario. Por debajo del umbral, los medios de detección están en un primer estado y, por encima del umbral, están en un segundo estado. Por ejemplo, los medios de detección podrían ser del tipo de doble hoja o estar formados por un material que pase desde un estado aislante a un estado conductor en función de la temperatura. Estos medios de detección indicarían entonces si la diferencia de temperatura está por encima o por debajo del umbral.

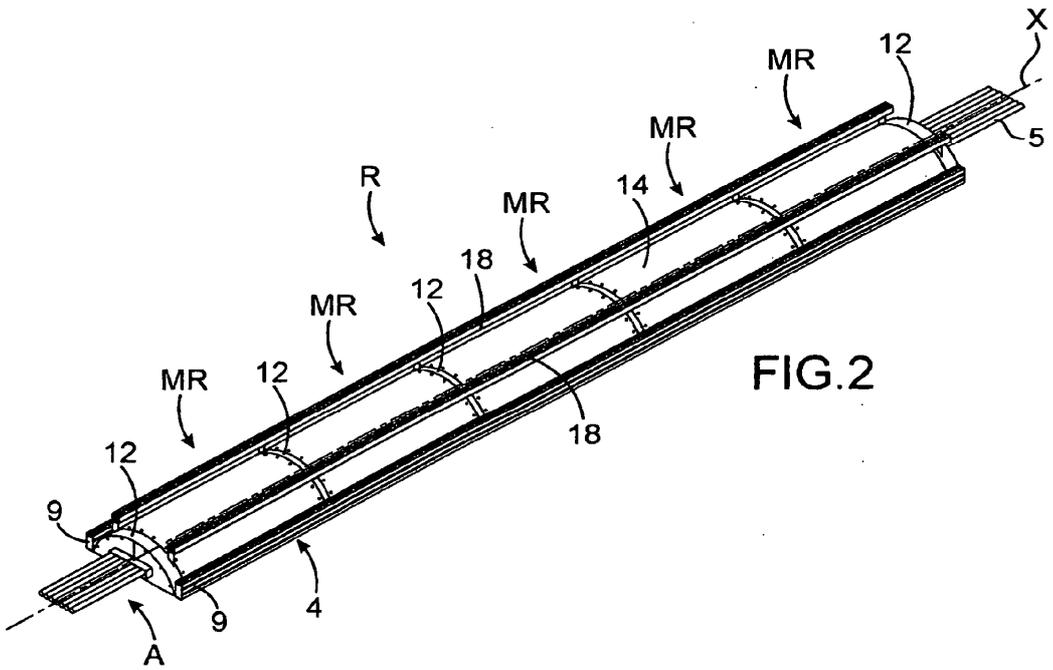
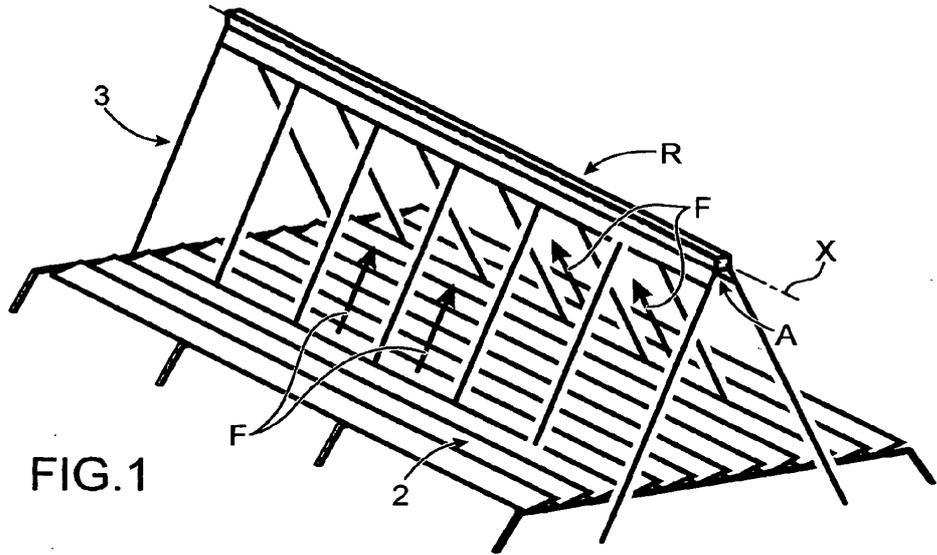
40 La presente invención se aplica principalmente a las centrales solares del tipo Fresnel, pero puede aplicarse asimismo a las centrales solares de torre.

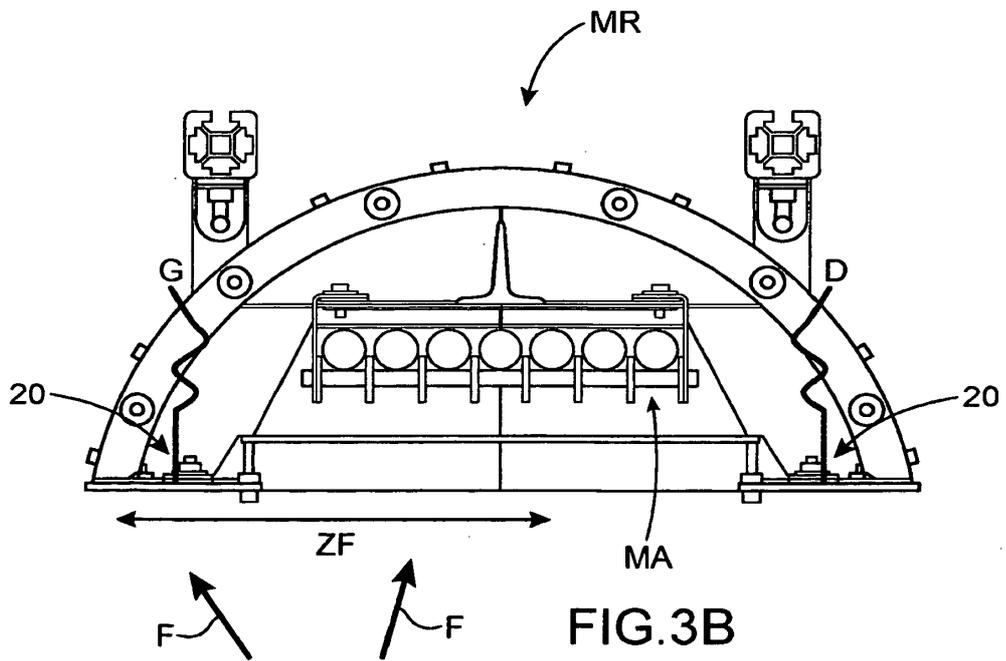
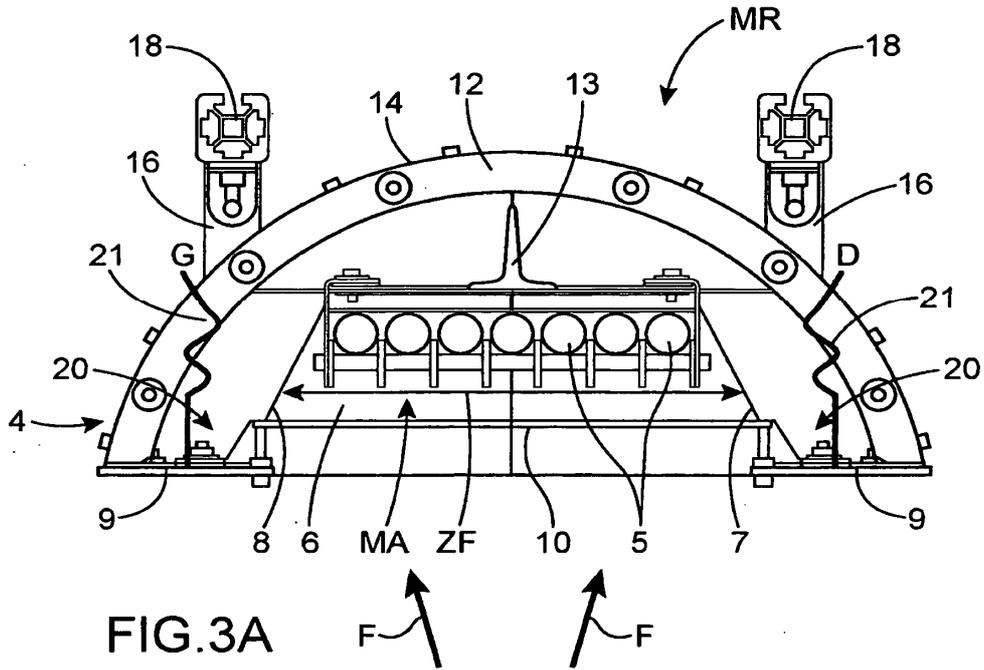
REIVINDICACIONES

- 5 1. Módulo receptor (MR) para central solar, incluyendo dicho módulo receptor (MR) una estructura metálica (4) y un
 10 módulo absorbedor (MA), definiendo la estructura metálica (4) una cavidad (6) en cuyo fondo está alojado el módulo
 absorbedor (MA), estando dicha cavidad (6) dotada de una abertura destinada a estar orientada hacia al menos un
 espejo (2) de la central solar, estando dicha abertura bordeada por al menos un tramo lateral (9) de la estructura
 metálica (4), caracterizado porque dicho módulo receptor (MR) incluye asimismo medios (20) dispuestos en dicho
 tramo lateral (9) para detectar al menos una diferencia de temperatura entre una temperatura de referencia y un
 primer punto del tramo lateral (9), y una diferencia de temperatura entre la temperatura de referencia y un segundo
 punto del tramo lateral (9), estando dichos primer y segundo puntos del tramo lateral opuestos con relación a un
 plano de simetría de la cavidad (6).
- 15 2. Módulo receptor según la reivindicación 1, presentando dicho módulo (MR) un eje longitudinal (X) y extendiéndose
 dicha cavidad (6) a lo largo del eje longitudinal (X), incluyendo dicha estructura metálica (4) dos tramos laterales (9)
 que se extienden longitudinalmente a cada lado de la cavidad, estando los puntos primero y segundo de medición
 dispuestos en cada uno de los tramos laterales (9) en relación con el eje longitudinal (X), ventajosamente con los
 dos puntos contenidos en un plano ortogonal al eje longitudinal (X).
- 20 3. Módulo receptor según la reivindicación 1 o 2, en el que los medios de detección (20) incluyen al menos dos
 termopares, estando cada uno de dichos termopares montado en dicho tramo lateral (9) de la estructura metálica (4).
- 25 4. Módulo receptor según una de las reivindicaciones 1, 2 o 3, en el que los medios de detección (20) están
 montados en dicho tramo lateral (9) de la estructura metálica (4) en la cara opuesta a la destinada a estar orientada
 hacia los espejos.
- 30 5. Módulo receptor según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el módulo absorbedor (MA) incluye al menos
 dos tubos (5) yuxtapuestos y que se extienden longitudinalmente.
- 35 6. Módulo receptor según una de las reivindicaciones 1 a 5 en combinación con la reivindicación 2, que incluye una
 chapa interior (7) plegada de manera que forme dicha cavidad (6) de eje longitudinal (X), dos perfiles angulares (9)
 fijados cada uno a los bordes laterales de la chapa interior (7) que forman los tramos laterales, al menos dos
 elementos metálicos (12) en arco de círculo fijados a cada uno de los extremos longitudinales de los perfiles
 angulares (9) y que rodean la chapa interior (7) por el lado opuesto al de la abertura de la cavidad (6) y una cubierta
 exterior (14) en forma de medio tubo, fijados a los elementos (12) en arco de círculo.
- 40 7. Receptor que incluye al menos dos módulos receptores (MR) según una de las reivindicaciones 1 a 6, colocados
 uno detrás de otro y unidos entre sí, estando los módulos absorbedores (MA) unidos de manera estanca.
- 45 8. Receptor según la reivindicación 7, en el que los medios de detección (20) están repartidos por toda la longitud
 del receptor.
- 50 9. Central solar que incluye al menos un receptor según una de las reivindicaciones 7 u 8, un chasis (3) para
 suspender dicho receptor, espejos (2) dispuestos bajo el receptor de manera que los espejos reenvían un flujo solar
 al absorbedor (A), siendo dichos espejos (2) orientables en relación con el receptor, al menos un accionador para
 desplazar los espejos y una unidad de mando de dicho accionador.
- 55 10. Central solar según la reivindicación 9, en la que el receptor presenta un eje longitudinal (X) y los espejos (2)
 están repartidos por grupos a lo largo del eje, siendo obligatoria la misma orientación para todos los espejos de un
 mismo grupo, incluyendo cada grupo al menos un accionador comandado independientemente de los accionadores
 de otros grupos.
- 60 11. Central solar según la reivindicación 10, en la que el receptor incluye tantos medios de detección (20) como
 grupos de espejos, estando dichos medios de detección (20) dispuestos en los tramos laterales (9) de la estructura
 metálica con un paso desplazado en relación con el de los grupos de espejos.
- 65 12. Central solar según la reivindicación 10 u 11, en la que la unidad de mando, durante la detección de una
 diferencia de temperatura superior a un valor umbral, para un grupo de espejos dado, determina, en función de la
 orientación actual de dicho espejo y de la orientación del sol en el momento de la detección de la diferencia de
 temperatura, un ángulo de corrección para dicho grupo de espejos y comanda un accionador del grupo de espejos
 para hacer que pivote el ángulo de corrección determinado y comprueba, a continuación, el efecto de dicha rotación
 sobre la diferencia de temperatura.
13. Procedimiento de vigilancia de una central solar según una de las reivindicaciones 9 a 12, que incluye las
 siguientes etapas:
- a) medición de la diferencias de temperatura a lo largo del receptor y comparación con un valor umbral,

ES 2 570 705 T3

- b) cuando una o varias diferencias de temperatura son superiores al valor umbral, determinación de un ángulo de corrección para el o los espejos afectados,
- 5 c) modificación del ángulo de orientación del o de los espejos afectados en función del ángulo de corrección calculado,
- d) comprobación del efecto de la modificación, ventajosamente algunas horas o un día después de la etapa c),
- 10 e) si la diferencia de temperatura para uno o varios espejos afectados es superior al valor umbral, se repiten las etapas b), c) y d), de lo contrario se repite la etapa a).
14. Procedimiento según la reivindicación 13, en el que, si después de varias correcciones la diferencia de temperatura sigue siendo superior al valor umbral, se efectúa una intervención individual sobre los espejos y/o se adoptan medidas de protección de dicha estructura en relación con el flujo solar.
- 15 15. Procedimiento según la reivindicación 13 o 14, en el que el valor umbral es igual a 10°C.





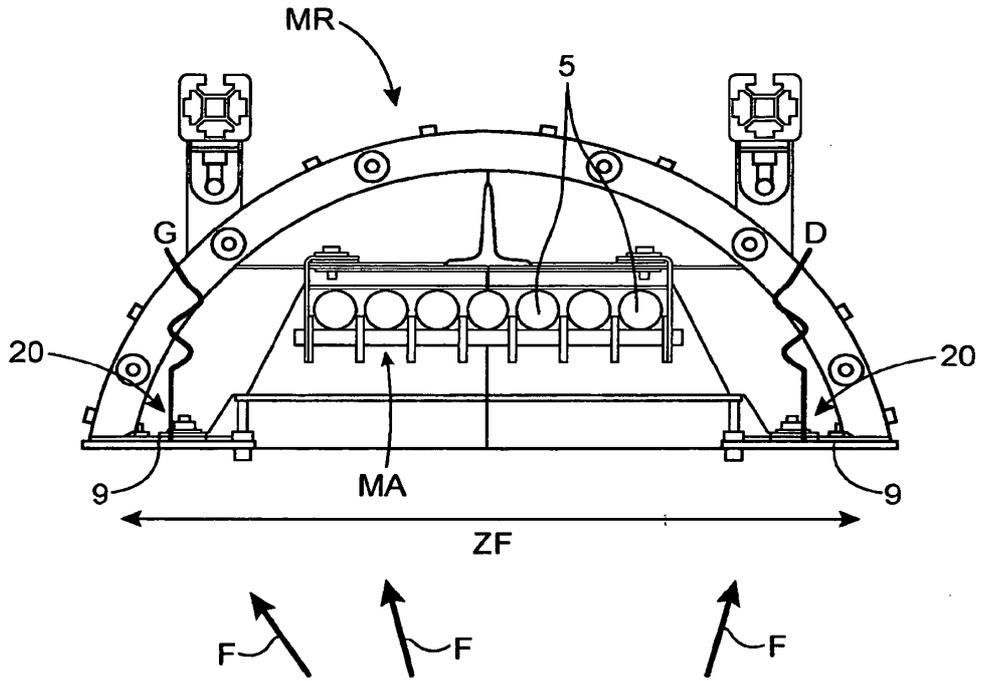


FIG. 3C

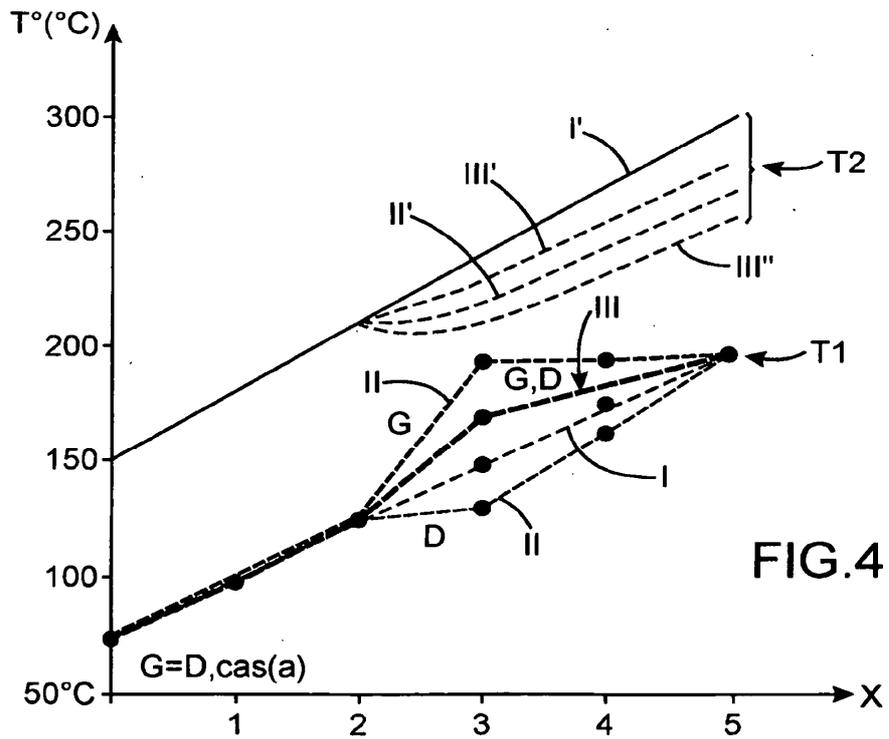


FIG. 4

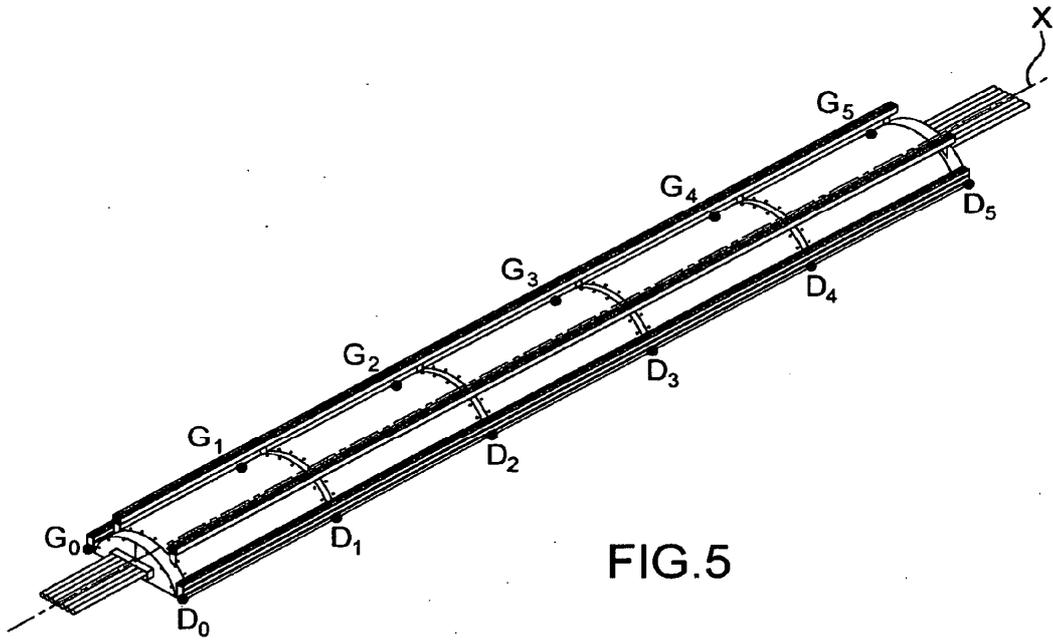


FIG.5