

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 565 488**

51 Int. Cl.:

F24J 2/07 (2006.01)
F24J 2/16 (2006.01)
F24J 2/24 (2006.01)
F24J 2/28 (2006.01)
F24J 2/34 (2006.01)
F24J 2/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.06.2011 E 11725728 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.12.2015 EP 2580534**

54 Título: **Absorbedor para receptor solar y receptor solar que comprende al menos un absorbedor de este tipo**

30 Prioridad:

11.06.2010 FR 1054660

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

05.04.2016

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES (50.0%)
25, Rue Leblanc, Bâtiment "Le Ponant D"
75015 Paris, FR y
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE (50.0%)**

72 Inventor/es:

**COUTURIER, RAPHAËL;
FERRIERE, ALAIN;
PRA, FRANCK;
TOCHON, PATRICE y
VIDOTTO, FABIEN**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 565 488 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

Absorbedor para receptor solar y receptor solar que comprende al menos un absorbedor de este tipo

5 **Campo técnico y técnica anterior**

La presente invención se refiere a un absorbedor para receptor solar, a un receptor solar que comprende al menos un absorbedor de este tipo y a una central solar de concentración que comprende al menos un receptor de este tipo, más particularmente a una central solar de torre.

10 La tecnología solar térmica de concentración consiste en usar la radiación solar para calentar un fluido caloportador que sirve como fuente caliente en un ciclo termodinámico. La concentración permite alcanzar temperaturas más o menos elevadas y así beneficiarse de rendimientos de conversión termodinámicos más o menos importantes.

15 Normalmente existen cuatro familias de sistemas solares de concentración (*Concentrating Solar Power* (CSP) en inglés) los colectores cilindro-parabólicos con foco lineal (los concentradores lineales de Fresnel), los sistemas de torre con receptor central y las parábolas con foco móvil.

20 Una central solar de torre comprende concretamente un receptor solar que recibe la radiación solar transmitida por espejos denominados helióstatos. El receptor solar es la sede de la conversión de la radiación solar en calor sensible. Forma un intercambiador térmico en el que el aporte de calor se realiza exclusivamente en forma de radiación absorbida por una pared y después difundido mediante conducción en la estructura interna del intercambiador. El fluido de transferencia, o caloportador, circula en la estructura interna y se calienta mediante intercambio por convección.

25 El receptor solar se somete a condiciones de funcionamiento muy intensas. En efecto, se somete a una temperatura de servicio elevada, a gradientes térmicos a través de su estructura interna asociados a la transferencia por conducción de un flujo de calor elevado, y a rápidas variaciones de temperatura de grandes amplitudes, concretamente durante pasos de nubes.

30 De manera frecuente, una estructura de receptor comprende una pluralidad de tubos yuxtapuestos en los que circula el fluido de transferencia, recibiendo una parte de la superficie de esos tubos la radiación solar con tubos yuxtapuestos. Esta técnica está particularmente adaptada en el caso en el que el fluido de transferencia es un líquido, tal como agua líquida, aceite o sales fundidas. En cambio, en el caso de gases, tales como vapor de agua o aire, el coeficiente de intercambio en la pared disminuye, la iluminación de una cara de los tubos por el flujo solar elevado conlleva una diferencia de temperatura importante entre la cara iluminada y la cara trasera, por tanto se producen deformaciones que pueden conducir a la rotura de tubos.

40 Con el fin de evitar la aparición de una diferencia de temperatura importante entre la cara sometida a la radiación solar y la cara que no se somete a la misma, se han propuesto receptores de absorbedor volumétrico. Un ejemplo de un receptor de este tipo se describe en el documento "The "Porcupine": A Novel High-Flux Absorber For Volumetric Solar Receiver", J. Karni, A. Kribus, R. Rubin, P. Doron, en *J. Solar Energy Engineering*, 1998, Vol.120 / 85-95. Este receptor comprende un bosque de agujas cuyos ejes están sensiblemente alineados con la radiación luminosa y un fluido de transferencia circula en la proximidad de estas agujas calentadas, lo cual provoca su calentamiento. Este tipo de receptor ofrece una gran eficacia de transferencia, en cambio tiene un diseño complejo, un coste elevado y no se ha sometido a prueba en aplicaciones industriales a gran escala.

50 El documento US 2008/011290 A1, un absorbedor para recepción solar de central solar de torre según el preámbulo de la reivindicación 1.

Por consiguiente, un objetivo de la presente invención es ofrecer un absorbedor para receptor solar que presente un pequeño gradiente térmico en el interior de su estructura y adecuado para gestionar variaciones bruscas de las condiciones de iluminación por la radiación solar.

55 **Exposición de la invención**

El objetivo mencionado anteriormente se logra mediante un absorbedor para receptor solar que comprende una pluralidad de tubos en los que circula un gas de transferencia, una cubierta rígida y un núcleo de un material con buena conductividad térmica y en el que se integran los tubos.

60 La cubierta garantiza el mantenimiento mecánico de los tubos y el núcleo garantiza la transferencia térmica por conducción y un almacenamiento del calor, permitiendo reducir los efectos de una variación brusca de la temperatura. En efecto, durante el paso de una nube, debido a la inercia térmica del núcleo, la temperatura en el interior del absorbedor baja progresivamente y de manera relativamente lenta, lo que limita las tensiones aplicadas a los tubos. La inercia térmica del material también desempeña un papel durante la desaparición de la nube, ya que evita un aumento demasiado brusco de la temperatura. Por otro lado, debido a su buena conductividad térmica, el

material restituye de manera homogénea el calor almacenado. Además, garantiza un pequeño gradiente térmico en el interior del absorbedor.

5 La variación progresiva y lenta de la temperatura también permite proteger los elementos aguas abajo del receptor, que de hecho también se someten a variaciones de temperatura. Además, gracias a la invención, los sistemas de regulación de los módulos de conversión termodinámica de las centrales solares de concentración pueden simplificarse, ya que se suavizan las variaciones de temperatura del fluido en la salida del absorbedor.

10 En otras palabras, se integran tubos de fluido de transferencia en un material adecuado para gestionar las rápidas variaciones de las condiciones de iluminación.

Esta matriz desempeña el papel de disipador de flujo de calor, así como de almacenamiento térmico de corta duración.

15 En un ejemplo ventajoso, también es posible integrar en el absorbedor un sistema de almacenamiento complementario para obtener un almacenamiento térmico de calor más importante, y de ese modo ralentizar adicionalmente la velocidad de disminución de la temperatura durante la desaparición del flujo solar. Por ejemplo, puede consistir en una base de material similar al núcleo que se sitúa en la cara trasera de la cara destinada a recibir el flujo solar. Dicha base de material puede corresponder a más del 10%, el 20% e incluso el 50% en masa de material que forma el núcleo complementario. Se entiende que dicha base no se atraviesa por los tubos.

20 La presente invención tiene entonces como objeto un absorbedor para receptor solar de central solar de torre que comprende una cubierta de la que al menos una pared está destinada a iluminarse, un núcleo de al menos un material con buena conductividad térmica rodeado al menos en parte por la cubierta y al menos un tubo que atraviesa el núcleo y que se extiende sensiblemente en una dirección paralela a la pared destinada a iluminarse, estando dicho tubo destinado a la circulación de un fluido que va a calentarse. Según la invención, el al menos un material del núcleo presenta un coeficiente de conductividad térmica superior o igual a $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ dado a la temperatura ambiente.

30 El núcleo es de un material sólido y opaco, a la temperatura ambiente y a las temperaturas de funcionamiento del absorbedor.

35 El calor que se transfiere al fluido a través de la cubierta, después el núcleo y después la pared del tubo, permite el uso de un fluido a presión, por ejemplo superior a 5 bar en caliente en los tubos, lo cual no permiten los dispositivos en los que los tubos son transparentes y el fluido se calienta directamente por el flujo luminoso que impacta sobre los tubos.

40 El absorbedor según la invención comprende ventajosamente una pluralidad de tubos que se extienden sensiblemente en una dirección paralela a la pared destinada a iluminarse. Los tubos se distribuyen preferiblemente en varias capas, comprendiendo cada capa varios tubos, estando las capas superpuestas a lo largo de una dirección sensiblemente normal a la pared destinada a iluminarse.

45 En una variante de realización, el absorbedor según la presente invención comprende una parte complementaria de un material adecuado para almacenar calor en contacto con el núcleo, no atravesándose dicha parte complementaria por tubos. La parte complementaria está dispuesta por ejemplo de manera opuesta a la pared destinada a iluminarse con respecto al núcleo. La parte complementaria puede formar una sola pieza con el núcleo, o formar un depósito que contiene un material de cambio de fase o un metal fundido. El depósito puede estar formado, por ejemplo, por material poroso impregnado con un material de cambio de fase.

50 Preferiblemente, la cubierta y los tubos son de un mismo material, y son por ejemplo de acero inoxidable o de material refractario y el núcleo es de cobre, de aleación de wolframio o aleación de níquel.

55 El absorbedor según la presente invención puede realizarse mediante soldadura por difusión, ventajosamente mediante compresión isostática en caliente.

La presente invención también tiene como objeto un receptor solar de central solar de torre que comprende al menos un absorbedor según la presente invención, un colector de entrada que distribuye el fluido en el absorbedor y un colector de salida.

60 En un modo particularmente ventajoso, el receptor comprende una pluralidad de absorbedores dispuestos uno al lado de otro formando un pavimento, estando previsto un juego suficiente entre los absorbedores adyacentes de manera que se evita un contacto entre los absorbedores en caso de dilatación, comprendiendo cada absorbedor además su propio circuito de fluido en el que está destinado a circular un fluido destinado a calentarse por el flujo solar, estando los circuitos de fluido de los absorbedores conectados entre sí.

65 La red de fluido de cada absorbedor comprende una entrada de alimentación y una salida de evacuación del fluido,

desembocando dichas entradas y salidas preferiblemente en una cara del absorbedor opuesta a la cara destinada a iluminarse.

5 La presente invención también tiene como objeto una central solar de torre que comprende una torre, al menos un receptor de la presente invención, montado sobre dicha torre, estando el al menos un tubo del receptor conectado en la entrada a una alimentación de fluido y en la salida a un sistema que usa el fluido calentado, al menos un helióstato orientado hacia el receptor.

10 El fluido calentado puede ser un gas, por ejemplo aire y el sistema que usa el gas calentado es una turbina de gas.

10 **Breve descripción de los dibujos**

La presente invención se comprenderá mejor con ayuda de la siguiente descripción y de los dibujos adjuntos en los que:

- 15 - la figura 1A es una vista en perspectiva de un receptor según la invención según un primer modo de realización,
- la figura 1B es una vista de detalle de la figura 1A,
- 20 - la figura 2A es una vista en sección transversal de un ejemplo de realización de un absorbedor de un receptor solar según la presente invención,
- la figura 2B es una vista en sección transversal de una variante de la figura 2A,
- 25 - la figura 2C es una vista en perspectiva de un absorbedor según la presente invención que comprende tres capas de tres tubos,
- la figura 2D es una vista en perspectiva de otra variante de realización de un absorbedor según la presente invención,
- 30 - la figura 3 es una vista en sección transversal de otro ejemplo de realización de un absorbedor según la presente invención que comprende una zona de almacenamiento térmico complementaria,
- las figuras 4A y 4B son vistas en sección transversal de variantes de realización de un absorbedor según la presente invención que ponen en práctica materiales de cambio de fase,
- 35 - la figura 5A es una vista lateral de un absorbedor según la presente invención durante su ensamblaje mediante soldadura por difusión,
- 40 - la figura 5B es una vista en sección transversal según el plano A-A del absorbedor de la figura 5A,
- la figura 5C es una vista en sección longitudinal según el plano B-B del absorbedor de la figura 5A,
- la figura 6 es una representación gráfica de la evolución de la temperatura medida en el interior del absorbedor de la figura 2C,
- 45 - la figura 7 es una representación gráfica de la evolución de la temperatura modelizada en un absorbedor del tipo de aquél de la figura 3 y en un absorbedor del tipo de aquél de la figura 2C,
- 50 - la figura 8 es una representación esquemática de una central solar según la presente invención,
- la figura 9 es una representación esquemática de un segundo modo de realización de un receptor según la presente invención en el que se superpone el mapa de flujo solar,
- 55 - la figura 10 es una representación esquemática de otro ejemplo de realización de un receptor según el segundo modo de realización,
- las figuras 11A y 11B son vistas en perspectiva esquemáticas de la cara delantera y de la cara trasera respectivamente de una realización práctica del receptor de la figura 10,
- 60 - las figuras 12, 13 y 14 son representaciones esquemáticas de diferentes modos de conexión entre absorbedores de un receptor según el segundo modo de realización,
- la figura 15 es una representación esquemática de otro ejemplo de realización de un receptor modular según el
- 65 segundo modo de realización,

- la figura 16 es una representación gráfica de la evolución de la temperatura en °C del fluido y de la pared del absorbedor destinada a iluminarse en el caso en el que el fluido frío alimenta los absorbedores situados en una zona de alto flujo, y los absorbedores situados en una zona de bajo flujo se alimentan con el fluido que sale de los absorbedores situados en la zona de alto flujo.

5 **Exposición detallada de modos de realización particulares**

10 El absorbedor según la presente invención está particularmente adaptado para el calentamiento de gas, no obstante también permite el calentamiento de líquido. Por consiguiente, en la siguiente descripción el gas o el líquido se denominarán "fluido".

15 En las figuras 1A y 1B puede verse una representación esquemática de un receptor R1 solar según la presente invención que comprende un absorbedor 4 solar según la presente invención del cual puede verse un ejemplo más particularmente en la figura 2A.

20 El receptor comprende un colector 5 de entrada que distribuye el fluido en el absorbedor 4, y un colector 7 de fluido en la salida del absorbedor 4. El absorbedor 4 es el lugar del intercambio térmico entre el flujo solar concentrado que impacta sobre una de sus caras y el fluido que circula en el interior de canales 10 colocados en un núcleo 12 del absorbedor 4. Los tubos 10 y el núcleo 12 están cubiertos por una aleación que forma una cubierta 8 resistente a la alta temperatura de pared impuesta por el impacto del flujo solar. En la figura 1B, puede verse en detalle la entrada del absorbedor 4, representándose la cubierta 8 de manera transparente.

25 En la figura 2A puede verse una vista en sección de un absorbedor 4 según la presente invención. En el ejemplo representado, tiene sensiblemente una forma paralelepípedica de eje longitudinal X, representándose este eje en la figura 2C y en las figuras 5A a 5C.

El absorbedor puede tener cualquier forma, no obstante es preferible que comprenda al menos una superficie sensiblemente plana para recibir de manera óptima el flujo solar.

30 El absorbedor comprende una cara 6 destinada a recibir la radiación solar reflejada por helióstatos (no representados), la radiación solar se esquematiza por el sol. No obstante, debe observarse que generalmente la cara 6 no está iluminada directamente por el sol o al menos no principalmente.

35 En la figura 8, puede verse una representación esquemática de una central solar según la invención que comprende helióstatos 24 orientados hacia el receptor R1 montado en la cima de una torre 22. La trayectoria real del flujo solar F se reenvía y concentra mediante los helióstatos 24 hacia el receptor R1.

40 Tal como se describió anteriormente, el absorbedor comprende una cubierta 8 de forma paralelepípedica de la que una pared 9 porta la cara 6 destinada a iluminarse, tubos 10 que se extienden a lo largo del eje X y un núcleo 12 que rellena la cubierta 8 y atravesado por los tubos 10. El núcleo 12 se realiza de un material que ofrece una buena conductividad térmica.

45 El núcleo 12 garantiza una función de almacenamiento térmico, variando la duración de este almacenamiento en función de la inercia del material del núcleo. Además, se elige un material con un alto coeficiente de conducción térmica que garantiza una temperatura homogénea del núcleo. Esta temperatura homogénea garantiza que el absorbedor experimenta pocas solicitaciones termomecánicas en el grosor. El coeficiente de conducción térmica es superior o igual a $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, este valor está dado para la temperatura ambiente.

50 El núcleo es de un material sólido y opaco, a la temperatura ambiente y a las temperaturas de funcionamiento del absorbedor, lo que garantiza un contacto permanente entre el núcleo y los tubos y garantiza una homogeneidad de temperatura alrededor de los tubos.

55 El núcleo comprende al menos un metal o una aleación a base de metal, preferiblemente un metal o una aleación de metales a base de cobre y/o de aluminio.

Como variante, el núcleo puede realizarse de magnesio, de plata, de oro, de zinc, de wolframio.

60 Las aleaciones pueden ser latón, bronce, aleaciones de Al/Si y Al/Cu, Monel (70Ni-30Cu), materiales compuestos a base de cobre con sistemas dispersos de alúmina (Glidcop).

En el ejemplo representado, los tubos están distribuidos en varias capas c1, c2, c3 paralelas a la cara 6 destinada a iluminarse. Los tubos en el interior de cada capa están dispuestos unos al lado de los otros de manera sensiblemente paralela.

65 En el ejemplo representado, los tubos de las diferentes capas están alineados en columnas. Alternativamente, las capas pueden disponerse al trespelillo.

5 La cubierta 8 está prevista para garantizar un mantenimiento mecánico del absorbedor. Se realiza entonces de un material adecuado para soportar temperaturas elevadas, en particular su pared que soporta la cara 6 destinada a iluminarse, ya que se somete a la radiación solar. La cubierta resistente a alta temperatura forma una protección para el núcleo cuyos materiales de alta conductividad podrían dañarse al contacto con el aire a alta temperatura, por ejemplo podrían experimentar una oxidación muy grande y daño.

10 Como variante, puede considerarse realizar la cubierta de varios materiales. Por ejemplo, puede usarse una aleación "de alta temperatura" para la cara expuesta y aleaciones menos resistentes en otras partes para las demás caras.

15 Los tubos 10 también están destinados a resistir altas temperaturas y la oxidación ya que transportan un fluido a alta temperatura. Preferiblemente, se elige el mismo material para la cubierta y para los tubos, lo cual simplifica la fabricación.

20 Para temperaturas inferiores a 700°C, la cubierta y los tubos pueden realizarse de acero inoxidable. Para temperaturas superiores, pueden usarse materiales refractarios o aleaciones a base de níquel. Entre estos materiales, pueden mencionarse de manera no limitativa Inconel 600®, Inconel 800®, Inconel 617®, Haynes 230®, Haynes 120®.

25 En el ejemplo de la figura 2A, los tubos tienen secciones circulares, no obstante esta forma no es en ningún caso limitativa. Además, los tubos no son necesariamente idénticos.

30 En la figura 2B, el absorbedor 4.1 comprende tubos 10.1 de sección rectangular y tubos 10.2 de sección cuadrada. De manera ventajosa, los tubos de sección rectangular están dispuestos de manera que su dimensión mayor es normal a la cara 6 destinada a iluminarse, los intercambios térmicos se mejoran ya que se aumenta la superficie de intercambio entre el núcleo y los tubos y se aumenta la compacidad.

35 Los tubos pueden ser rectos, presentar ondulaciones o múltiples escalones. En este último caso, por ejemplo un tubo puede tener una parte situada en la parte inferior y una parte en la parte del absorbedor en la representación de las figuras 1A y 1B, y acodamientos para conectar estas dos partes.

40 En la figura 2C, puede verse una vista en perspectiva de otro ejemplo de absorbedor 4.2 que comprende tres capas de tres tubos 10. En el ejemplo representado, la cubierta 8 comprende extremos longitudinales más gruesos, por ejemplo esto se obtiene mecanizando la parte central de la cubierta 8. Esta característica presenta las ventajas de disponer de suficiente material como para poder soldar los colectores a nivel de los extremos, y de tener una mejor transferencia del flujo de calor en la parte central de la cubierta. En efecto, la cubierta ofrece una conductividad térmica más baja que la del núcleo 12 y constituye por tanto una barrera frente a la transferencia térmica. Haciéndola más delgada, esta barrera se reduce.

45 En la figura 2D, puede verse una variante de realización del absorbedor 4.3 de la figura 2C, en el que la entrada y la salida de cada tubo 10 desemboca en la cara 7 opuesta a la cara 6 destinada a iluminarse, y no en las caras de extremo. Los tubos 10 comprenden entonces una parte recta y dos acodamientos a nivel de los extremos longitudinales.

50 También se representan colectores 16 de alimentación y de evacuación, éstos están destinados a conectarse a las entradas y salidas de los tubos respectivamente. Esta variante presenta la ventaja de optimizar la superficie sometida al flujo solar y evita que las conexiones de fluido se sometan directamente al flujo solar.

55 En la figura 6, puede verse una representación gráfica de la evolución de la temperatura T en °C en el interior de un absorbedor de las figuras 2C y 5B en función del tiempo t en segundos.

La curva CI representa la evolución de la temperatura del fluido en la salida del absorbedor, para una temperatura de entrada de 20°C.

La curva CII representa la evolución de la temperatura de la pared 9 de la cubierta que porta la cara 6 en la entrada del absorbedor

La curva CIII representa la evolución de la temperatura de la pared 9 en el centro del absorbedor.

La curva CIV representa la evolución de la temperatura de la pared 9 de la cubierta en la salida del absorbedor.

65 Aproximadamente a $t = 250$ s, la cara 6 destinada a iluminarse ya no se ilumina, por ejemplo debido al paso de una nube. El paso de un estado iluminado a un estado no iluminado es muy rápido. Ahora bien, gracias a la invención, las temperaturas no disminuyen bruscamente, sino que disminuyen progresivamente. En particular, la temperatura del gas, gracias a la presencia del núcleo, disminuye de manera muy progresiva, lo cual permite reducir los choques

térmicos en el interior del absorbedor y en los elementos aguas abajo. Se constata que hacen falta aproximadamente 300 segundos para evacuar el calor almacenado en el absorbedor.

5 El absorbedor de la figura 2C cuyas medidas de temperatura se representan en la figura 6 presenta las siguientes características:

- tiene forma paralelepípedica de 800 mm de longitud, de 50 mm de ancho y de 50 mm de altura,

10 - la cubierta es de acero inoxidable 316L,

- el núcleo es de cobre puro,

15 - los tubos están en un número de 9 de acero inoxidable 316L, tienen un diámetro interno de 8 mm y externo de 10 mm, insertados en el núcleo,

- el conjunto se suelda mediante compresión isostática en caliente.

20 En la figura 3, puede verse otro ejemplo de realización de un absorbedor 104 según la presente invención que comprende una masa 14 de material complementaria no atravesada por tubos.

Preferiblemente, la masa 14 térmica complementaria está dispuesta de manera opuesta a la cara 6 destinada a iluminarse con respecto a los tubos 12, de este modo no se interpone entre el flujo solar y los tubos. Como variante puede considerarse disponer esta masa entre los tubos y la cara destinada a iluminarse.

25 En el ejemplo representado en la figura 3, esta masa térmica complementaria forma una sola pieza con el núcleo, el flujo térmico es entonces continuo entre el núcleo y la masa 14 térmica complementaria. Puede preverse conectarla al núcleo mediante soldadura, preferiblemente mediante soldadura por difusión en compresión isostática en caliente (CIC), mediante adhesión o mediante medios mecánicos.

30 Esta masa 14 térmica complementaria permite almacenar más calor, aumentando así la inercia del absorbedor 104. Las dimensiones de la masa 14 térmica complementaria se adaptan en función de la duración de almacenamiento deseada o del nivel de suavizado de la temperatura buscado. En efecto, cuanto más importante es la masa 14, más importante es el calor que puede liberarse en caso de paso de una nube, lo cual permite ralentizar adicionalmente la disminución de la temperatura en el interior del absorbedor. Se entiende bien que las dimensiones de la masa
35 térmica complementaria también se eligen en función del volumen máximo ocupado deseado.

40 En la figura 7, puede verse una modelización de la evolución de la temperatura T en °C del fluido en la salida del absorbedor 104 en función del tiempo t en s en el caso de un absorbedor según la figura 2C (en trazo continuo) y de un absorbedor según la figura 3 (en trazo discontinuo). Se observa que el efecto de ralentización de la disminución de la temperatura se amplifica adicionalmente por la presencia de esta masa 14 térmica complementaria, ya que la temperatura disminuye aproximadamente dos veces menos rápido gracias a la presencia de la masa 14 térmica complementaria.

45 La temperatura de 300°C hacia la que tienden los fluidos corresponde a la temperatura de entrada del fluido en el absorbedor.

La modelización de la figura 7 se realizó considerando una masa 14 térmica complementaria con un grosor de 30 mm, lo cual corresponde a duplicar la masa de cobre.

50 Por consiguiente, eligiendo las dimensiones de la masa 14 térmica complementaria, es posible modificar de manera sencilla las características térmicas del absorbedor.

55 En la figura 4A puede verse un ejemplo de realización del absorbedor 104 según la presente invención en el que la masa 14.1 térmica complementaria está formada por un material de cambio de fase confinado entre el núcleo y la cubierta. El material de cambio de fase puede ser aluminio u otro metal fundido, por ejemplo Ag o Sn o una sal fundida (nitrato), cuya temperatura de cambio de fase está adaptada a la temperatura de salida del fluido.

60 El absorbedor comprende entonces un depósito 18.1 añadido al núcleo de manera opuesta a la cara 6 destinada a iluminarse lleno de un material 20.1 de cambio de fase. Este depósito está destinado a confinar el material 20.1 de cambio de fase cuando pasa al estado líquido.

En este ejemplo de realización, el almacenamiento térmico se realiza en forma de calor sensible y latente.

65 En la figura 4B, puede verse una variante de realización del absorbedor 104.2 de la figura 4A, en el que la masa 14.2 térmica complementaria está formada por una estructura 18.2 porosa impregnada con un material 20.2 de cambio de fase. La estructura 18.2 porosa puede ser una espuma de níquel o grafito.

Entonces la masa 14.2 térmica complementaria puede adherirse directamente o soldarse mediante soldadura fuerte al núcleo. En el caso de una adhesión, el adhesivo elegido garantiza una buena conductividad térmica.

5 El absorbedor según la presente invención proporciona una protección intrínseca del receptor. En efecto, la inercia térmica del núcleo evita una variación brusca de temperatura de los elementos del receptor. Gracias, además, a una buena conducción térmica del núcleo existe un pequeño gradiente térmico en el grosor y el núcleo restituye por tanto de manera homogénea el calor almacenado. Los tubos también se someten todos ellos a la misma temperatura de pared. Por tanto los tubos ya no se someten entonces a ciclos térmicos muy grandes, por ejemplo durante un paso de 10 de nubes. Por ejemplo, en el absorbedor de la figura 2C, sólo se midió un gradiente de temperatura inferior a 5°C en el grosor del absorbedor para un flujo máximo de 300 kW/m².

El absorbedor según la presente invención también ofrece una protección de los componentes situados aguas abajo del receptor en el sentido de circulación del fluido, ya que la temperatura de salida de gas del receptor varía de 15 manera progresiva y más lenta en caso de alternancia de nubes. Esta variación progresiva no genera entonces estados transitorios térmicos violentos en los componentes situados aguas abajo del receptor.

El hecho de que la temperatura del fluido disminuya de manera progresiva y más lenta es particularmente interesante en el caso en el que el gas calentado alimenta una turbina de gas. En efecto, en las turbinas de gas del 20 estado de la técnica, para paliar estas alternancias de nubes, se prevé una cámara de combustión de apoyo con el fin de mantener la temperatura del gas. Gracias a la invención, es más fácil regular la cámara de combustión ya que los estados transitorios de temperatura de entrada son lentos. Además, los componentes aguas arriba del absorbedor tienen una vida útil aumentada ya que se ven menos sometidos a variaciones de las condiciones de funcionamiento.

25 Ahora van a describirse ejemplos de procedimiento de fabricación de receptor según la presente invención.

El receptor y más particularmente el absorbedor según la presente invención puede realizarse mediante perforaciones de canales en el núcleo, inserción de los tubos y después ensamblaje de la cubierta mediante 30 soldadura.

También puede preverse ensamblar piezas elementales sencillas lo cual evita la realización de perforaciones mediante mecanizado.

35 En el caso de ensamblaje de piezas elementales, el ensamblaje puede obtenerse mediante soldadura fuerte o soldadura por fusión con ayuda de diferentes fuentes de energía, tales como un arco eléctrico y haces de alta energía.

De manera particularmente ventajosa, el absorbedor según la presente invención puede realizarse mediante 40 soldadura por difusión, y de manera aún más ventajosa mediante compresión isostática en caliente, denominada a continuación CIC.

La técnica de ensamblaje mediante soldadura por difusión se conoce bien y sólo se recordará brevemente en el 45 presente documento.

La soldadura por difusión consiste en aplicar, a alta temperatura y durante un tiempo dado, una presión sobre las superficies que van a ensamblarse. Gracias a esta técnica, se obtiene una continuidad del material entre las piezas elementales, mediante eliminación de los juegos y de las porosidades bajo el efecto combinado de la temperatura y de la fuerza.

50 Gracias a la realización mediante soldadura por difusión, el absorbedor no presenta zonas de menor resistencia a la temperatura, ya que se evita el aporte de materiales de punto de fusión más bajo, necesarios para el ensamblaje mediante soldadura fuerte.

55 Por tanto, el absorbedor según la presente invención presenta uniones particularmente resistentes, ya que no presenta debilidad a nivel de las juntas, y se evitan los riesgos de escape.

Además, es posible realizar un absorbedor con diferentes materiales con el fin de disociar las funciones requeridas y optimizar cada una de ellas. Tal como se describió anteriormente, se elige un material resistente a la corrosión a alta 60 temperatura para realizar los canales en contacto con el fluido, un material de alta conductividad térmica para realizar el núcleo, y una cubierta en contacto con el flujo solar adecuada para soportar temperaturas elevadas. Además, gracias al ensamblaje mediante soldadura por difusión, pueden realizarse uniones entre aleaciones metálicas que no pueden soldarse mediante las técnicas convencionales, por ejemplo el cobre y el acero inoxidable o una aleación a base de níquel o wolframio y el acero.

65 En el caso particularmente interesante del ensamblaje mediante CIC, las piezas elementales son por ejemplo

planchas, placas, chasis, tubos curvados o no. Realizando el absorbedor según la presente invención mediante CIC, pueden obtenerse geometrías particularmente complejas.

5 Además, gracias a la CIC, pueden realizarse de manera sencilla absorbedores de gran tamaño, lo cual es particularmente interesante en el caso de una central térmica.

En las figuras 5A a 5C, pueden verse diferentes vistas de una realización de un absorbedor según la figura 2A antes de su ensamblaje mediante soldadura por difusión.

10 En el ejemplo representado, el procedimiento de ensamblaje consiste en apilar placas y tubos con el fin de formar el absorbedor.

El procedimiento comprende entonces las siguientes etapas:

15 - colocar una placa 202 inferior de acero inoxidable,

- disponer una placa 204 de cobre dotada de tres ranuras longitudinales que forman cada una un lecho para un tubo de acero inoxidable, sobre la placa 202 inferior,

20 - disponer en cada una de las ranuras, un tubo 206 de acero inoxidable,

- recubrir los tubos mediante una placa 208 de cobre dotada en su cara inferior de ranuras, de manera que los tubos se rodean mediante cobre. La placa de cobre está dotada en su cara superior de tres ranuras que forman cada una un lecho para tubos de acero inoxidable, para formar una segunda capa de tuberías,

25 - disponer en cada una de las ranuras, un tubo 206 de acero inoxidable,

- recubrir mediante una placa 208 de cobre dotada en su cara inferior de ranuras, de manera que los tubos se rodean mediante cobre. La placa de cobre está dotada en su cara superior de tres ranuras que forman cada una un lecho para un tubo de acero,

30 - disponer en cada una de las ranuras, un tubo 206 de acero inoxidable que forma una tercera capa de tuberías,

- recubrir mediante una placa 210 de cobre dotada en su cara inferior de ranuras, siendo la cara superior plana,

35 - disponer una placa 212 de acero inoxidable,

- disponer lateralmente placas 214 de acero inoxidable por toda la altura y toda la longitud del apilamiento,

40 - colocar el conjunto así formado en una caja 216 estanca al gas y en la que se hace vacío, y dotada de paredes 218 longitudinales perforadas por orificios para el paso de los extremos longitudinales de los tubos 206; se suelda el extremo de los tubos de manera estanca a la caja 216.

45 - disponer a continuación la caja en una atmósfera a alta temperatura, e inyectar un gas a presión que entra en los tubos y en el exterior de la caja, aplicando una fuerza sobre el apilamiento. Tras la compresión isostática en caliente, se retira mediante mecanizado la caja 216 y se hace la cubierta 214 más delgada en la parte central del absorbedor.

En el ejemplo representado, el absorbedor comprende tres capas de tres tubos, pero esto no es en ningún caso limitativo. Además, la elección de materiales se facilita únicamente a modo de ejemplo.

50 Además, pueden elegirse placas 204, 208 y 210 de cobre que tienen clases diferentes.

55 Se entiende bien que puede considerarse realizar un receptor solar ensamblando varios absorbedores tales como los descritos anteriormente. Los tubos de los absorbedores están conectados entre sí. También puede considerarse apilar placas de las que algunas estarán perforadas y delimitarán directamente los conductos de los tubos. También podrá realizarse el núcleo a partir de polvo en el que se introducirán los tubos.

60 En la figura 9, puede verse un ejemplo de realización de un receptor R2 según un segundo modo de realización particularmente ventajoso que comprende una pluralidad de absorbedores 4 según la presente invención. Los absorbedores 4 están dispuestos uno al lado de otro de manera que se forma un pavimento sensiblemente continuo. Está previsto un juego j entre los bordes de dos absorbedores adyacentes con el fin de permitir una dilatación libre de cada uno de los absorbedores sin riesgos de contacto y de deterioro.

65 El juego j depende de los materiales que constituyen los absorbedores, más particularmente de sus coeficientes de dilatación. El juego j no es necesariamente idéntico entre todos los absorbedores, puede ser el caso por ejemplo si no todos los absorbedores se realizan del mismo material.

El juego puede estar comprendido por ejemplo entre 1 y 15 mm, por ejemplo ser del orden de 7 mm.

5 Por ejemplo, en el caso en el que los absorbedores se realizan de acero inoxidable o una aleación a base de níquel, puede preverse un juego del orden de 7 mm correspondiente a la dilatación. El experto en la técnica puede calcular el juego entre los absorbedores con sus conocimientos generales.

En el ejemplo representado, el pavimento es de forma cuadrada.

10 Además, según la presente invención, cada absorbedor comprende su propio circuito 402 de fluido visible en la figura 11B y esquematizado por las flechas 404 en la figura 10 del otro ejemplo de realización, permitiendo una gran libertad en la realización de un circuito de fluido.

15 En el ejemplo representado, el receptor comprende 18 absorbedores.

Los absorbedores, en el ejemplo representado, son de forma rectangular.

20 En la figura 9 se superpone de manera esquemática al receptor el mapa del flujo solar concentrado característico de una central de torre. Este mapa comprende zonas sensiblemente concéntricas, la zona más oscura es la que recibe el flujo solar máximo, y la zona más clara es la que recibe el flujo solar mínimo.

25 La zona que recibe el flujo máximo está situada en el centro del mapa y se designa como I, y la zona que recibe el flujo mínimo es la zona situada más en el exterior y se designa como VII, las zonas intermedias se designan como II a VI.

Los helióstatos de la central solar están orientados de manera que la zona I recubre una zona central del receptor.

30 Los absorbedores están entonces preferiblemente orientados de manera que encuentran el menor número de zonas I a VII con el fin de que se sometan a un flujo que varíe poco. Por ejemplo, los absorbedores centrales están situados principalmente en la zona I y en menor medida en la zona II. Preferiblemente, la orientación de los absorbedores es tal que al menos la mayoría de los absorbedores no se iluminan por las seis zonas I a VII.

35 Así, gracias a la realización modular según la invención, los absorbedores reciben flujos de intensidades próximas, y no a la vez el flujo máximo y el flujo mínimo.

Como variante, los dos absorbedores M1 centrales puede estar orientados de manera que su longitud se extiende en paralelo al eje Y y se ofrece un funcionamiento idéntico a la disposición de la figura 9.

40 A continuación en la descripción se distinguirán las zonas en dos categorías, las zonas de alto flujo y los absorbedores M1 situados en esta zona y las zonas con bajo flujo y los absorbedores M2 situados en esta zona.

45 Se entiende bien que cuanto más importante es el número de absorbedores, y por tanto más reducida es su superficie, más se reduce la inhomogeneidad del flujo en la superficie de cada absorbedor. Entonces se aumenta la precisión de los límites entre las regiones definidas por los absorbedores y, por tanto, es posible aproximarse a la forma de las zonas de flujo diferentes.

También puede preverse tener absorbedores de formas diferentes en un mismo receptor con el fin de mejorar adicionalmente la precisión.

50 No obstante, por motivos económicos y de realización práctica, ya que cada absorbedor tiene su propia conexión de fluido, en general se elige limitar el número de absorbedores y por tanto tener una determinada inhomogeneidad del flujo por algunos o todos los absorbedores. Además, generalmente es más económico disponer de un absorbedor convencional en lugar de varios absorbedores, y ello aunque el funcionamiento del receptor no sea óptimo.

55 Por ejemplo, los absorbedores se colocan sobre un marco de soporte dotado de montantes transversales de manera que se soporta la carga de cada uno de los absorbedores. Preferiblemente, los absorbedores no serán solidarios con el soporte para limitar los problemas de diferencia de dilatación térmica entre el material de los absorbedores y el del marco de soporte. Por ejemplo, los absorbedores se colocan sobre el soporte, y las tuberías de alimentación de fluido y de evacuación del fluido garantizan la flexibilidad del sistema.

60 Preferiblemente, las tuberías son calorífugas para reducir las pérdidas térmicas a nivel de las conexiones entre los absorbedores. La calorifugación es del tipo conocido por el experto en la técnica.

Entonces puede preverse alimentar de manera específica cada absorbedor en función del flujo solar que lo ilumina.

65 Por ejemplo, puede preverse alimentar con fluido frío los absorbedores situados en las zonas de alto flujo y alimentar

los absorbedores situados en las zonas de bajo flujo con el fluido que sale de las zonas de alto flujo.

Así, por ejemplo, los absorbedores situados en las zonas de alto flujo se conectan en paralelo a una fuente de fluido frío, y se conectan en serie con los absorbedores situados en las zonas de bajo flujo.

5 En las figuras 10, 11A y 11B puede verse otro ejemplo de realización de un receptor R3 modular según la presente invención.

10 En la figura 11A puede verse el receptor del lado de su cara destinada a recibir el flujo solar, y en la figura 11B puede verse el receptor del lado de las conexiones de fluido entre los absorbedores del receptor en la cara trasera del receptor.

15 Tal como se constata en la figura 9 que representa el mapa de los flujos que también se aplica al receptor R3, la zona de alto flujo se sitúa en el centro y la zona de bajo flujo se sitúa en el exterior. El receptor R3 presenta una distribución simplificada con respecto a la del receptor R1 de la figura 9.

20 El receptor R3 comprende en total 18 absorbedores, ocho absorbedores M1 están situados en el centro en la zona de alto flujo y diez absorbedores M2 están situados en el exterior rodeando a los absorbedores M1 en la zona de bajo flujo. Entonces puede preverse que los ocho absorbedores M1 estén conectados en paralelo y conectados en serie con los diez absorbedores M2. En el ejemplo representado, la alimentación de los absorbedores M1 se realiza en el centro del receptor.

25 La distribución de los absorbedores del receptor R2 permite reproducir la distribución del flujo solar sobre el receptor. Esta distribución permite mejorar de manera sensible el funcionamiento del receptor con respecto al de los receptores del estado de la técnica.

En la figura 11B puede verse un ejemplo de circuito de fluido de conexión entre los absorbedores del receptor R3.

30 El circuito de fluido comprende un conducto 416 de alimentación de los absorbedores M1, alimentándose éstos en paralelo, saliendo dos conductos 418.1 y 418.2 de recogida del fluido calentado de los absorbedores M1. Cada conducto 418.1, 418.2 recogida recoge el fluido calentado de cuatro absorbedores M1, y lo redistribuye en cuatro absorbedores M2 en paralelo mediante subconductos 420.

35 El fluido en la salida de los absorbedores M2 se recoge mediante dos conductos 422.1, 422.2, conectados entre sí mediante un conducto 424 principal que agrupa todo el fluido calentado que sale del receptor. Este conducto 424 principal está conectado, por ejemplo, a una zona de almacenamiento del fluido calentado en vista de su uso.

40 En las figuras 12, 13 y 14 pueden verse ejemplos de conexión entre los absorbedores M1 situados en una zona de alto flujo y los absorbedores M2 situados en la zona de bajo flujo.

45 En la figura 12, todos los absorbedores M1 se alimentan en paralelo. En la salida de los absorbedores M1, el fluido calentado en cada absorbedor M1 se recoge en paralelo y se mezcla con el fin de homogeneizar la temperatura del fluido antes de alimentar de nuevo en paralelo cada uno de los absorbedores M2. La recogida del fluido calentado en los absorbedores M2 también se realiza en paralelo. Este modo de conexión presenta la ventaja de garantizar una homogeneización de la temperatura del fluido entre cada zona de flujo.

En la figura 13, puede verse otro ejemplo de conexión de los absorbedores M1 y M2.

50 En este ejemplo, se crean subgrupos de absorbedores, en particular cada zona de flujo comprende ocho absorbedores, se realizan dos subgrupos G1, G1' de cuatro absorbedores M1 en la zona de alto flujo, y se realizan dos subgrupos G2, G2' de cuatro absorbedores M2 en la zona de bajo flujo.

Los dos subgrupos G1, G1' se alimentan en paralelo, los absorbedores en cada subgrupo se alimentan en paralelo.

55 Cada subgrupo G1, G1' está conectado en serie a un subgrupo G2, G2', y los absorbedores M2 de cada uno de los subgrupos G2, G2' se alimentan en paralelo.

60 El fluido en la salida de los subgrupos G2, G2' se recoge en paralelo, después se mezclan los fluidos recogidos en cada uno de los subgrupos.

En la figura 14, puede verse otro ejemplo de conexión, en el que los absorbedores M1 se alimentan en paralelo y cada absorbedor M1 está conectado en serie con un absorbedor M2, el fluido en la salida de los absorbedores M2 se recoge en paralelo.

65 Se entiende bien que el receptor puede comprender más de dos zonas de flujo, y por consiguiente, las conexiones descritas en las figuras 12 a 14 se adaptan por ejemplo a una distribución de los absorbedores en tres, incluso más,

zonas de flujo solar.

5 Preferiblemente, la arquitectura del circuito de fluido de conexión es tal que genera un caudal del fluido idéntico o casi idéntico entre los absorbedores. El diseño del circuito tiene entonces en cuenta pérdidas de carga generadas por los absorbedores y por el diámetro de los conductos elegidos.

10 Tal como se explicó anteriormente, los absorbedores están dispuestos uno al lado de otro de manera que se forma un pavimento sensiblemente continuo. Está previsto un juego j entre los bordes de dos absorbedores adyacentes con el fin de permitir una dilatación libre de cada uno de los absorbedores, reduciendo así los riesgos de contacto entre los absorbedores y su deterioro.

15 En la figura 15, puede verse otro ejemplo de realización en el que el receptor R4 tiene una forma circular y comprende dos absorbedores concéntricos, un primer absorbedor M1 central circular sometido al alto flujo y un absorbedor M2 exterior anular sometido al bajo flujo. Está previsto un juego j entre el borde del primer absorbedor y el borde interior del segundo absorbedor.

20 Se entiende bien que un receptor modular que presenta cualquier otra forma y que comprende absorbedores que tienen cualquier forma, por ejemplo rectangular, en rombo, en forma de elipse o de cualquier forma no se sale del marco de la presente invención.

El absorbedor de la figura 2C está particularmente adaptado a la realización de un receptor modular según la invención. En efecto, los tubos 10 desembocan en la cara trasera 7 del absorbedor y los colectores 16 también están dispuestos en la cara trasera.

25 Entonces los colectores 16 no se someten al flujo solar, por tanto se reducen las sollicitaciones térmicas, lo cual limita de hecho los riesgos de daño de los mismos. Estos pueden realizarse entonces con materiales que tienen una menor resistencia a la temperatura y generalmente un precio de coste más bajo. Por otro lado, en el caso en el que los colectores se conectan por soldadura fuerte a los tubos, se reducen los riesgos de escape.

30 Además, el hecho de disponer las salidas de los tubos y los colectores en la cara trasera permite aumentar la superficie útil del receptor. En efecto, tal como puede verse en las figuras 9 a 12B, casi la totalidad de la superficie del receptor orientada frente al flujo solar sirve para transmitir la energía del flujo solar al fluido. En efecto, toda la superficie del receptor está compuesta por las caras 6 de los absorbedores, excepto por los espacios entre los absorbedores que forman zonas perdidas, no obstante su anchura puede optimizarse de manera que se reducen sus superficies.

40 También de manera ventajosa, se prevé que la conexión entre los tubos 10 y el circuito de fluido exterior es adecuada para absorber las dilataciones diferenciales entre los absorbedores. Para ello pueden ponerse en práctica fuelles de dilatación.

45 De manera aún más ventajosa, se realizan los tubos de alimentación que tienen directamente una forma que permite prescindir de los fuelles de dilatación, por ejemplo éstos forman liras de dilatación. Los tubos de recogida también pueden formar liras de dilatación, no obstante el problema de dilatación es menor porque se atraviesan por un fluido calentado y experimentan en sí mismos una dilatación.

50 Gracias a la modularidad geométrica del receptor, es posible adaptar el absorbedor en función del flujo solar en el que se sitúa. Los absorbedores situados en la zona de alto flujo se realizan de uno o varios materiales resistentes a las altas temperaturas, mientras que los situados en la zona de bajo flujo pueden realizarse de materiales resistentes a temperaturas más bajas. Entonces puede reducirse generalmente el coste de fabricación asociado a los materiales de los absorbedores.

Gracias a la modularidad del receptor, es posible realizar circuitos de fluido diferentes y así optimizar la realización de los absorbedores en función de las necesidades y de las condiciones de funcionamiento deseadas o impuestas.

55 A continuación en la descripción, va a considerarse un receptor formado por absorbedores tales como el representado en la figura 16. La pared considerada es la que porta la cara 6 iluminada por el flujo.

60 Si el fluido de entrada alimenta el absorbedor situado en la zona de bajo flujo, la temperatura de la pared es moderada. Normalmente con una temperatura de entrada de fluido de 300°C, la temperatura de la pared es del orden de 550°C. Entonces puede usarse un acero inoxidable para la realización del absorbedor. En cambio, el absorbedor situado en la zona de alto flujo se alimenta mediante un fluido ya precalentado por el absorbedor situado en la zona de bajo flujo y, debido a la exposición al alto flujo, la temperatura de la pared alcanza entonces aproximadamente 1000°C.

65 Entonces pueden elegirse materiales diferentes de un absorbedor a otro, en función de la zona de flujo en la que se sitúa. Considerando que el material menos resistente mecánicamente tiene generalmente un precio de coste más

bajo que un material más resistente a la temperatura, puede optimizarse el coste de fabricación del receptor.

En la figura 16 puede verse la evolución de la temperatura T en °C del fluido o de la pared del absorbedor que porta la cara 6 en el caso en el que el fluido frío alimenta los absorbedores situados en la zona de alto flujo, y los absorbedores situados en la zona de bajo flujo se alimentan con el fluido que sale de los absorbedores situados en la zona de alto flujo.

E1 designa la entrada de los absorbedores en la zona de alto flujo; S1 designa la salida de los absorbedores en la zona de alto flujo; E2 designa la entrada de los absorbedores en la zona de bajo flujo; y S2 designa la salida de los absorbedores en la zona de bajo flujo.

La temperatura de la pared del absorbedor situado en la zona de alto flujo se representa mediante la curva C.

La temperatura de la pared del absorbedor situado en la zona de bajo flujo se representa mediante la curva D.

La temperatura del fluido que circula en el absorbedor situado en la zona de alto flujo se representa mediante la curva A.

La temperatura del fluido que circula en el absorbedor situado en la zona de bajo flujo se representa mediante la curva B.

Se constata en este ejemplo de alimentación de fluido que las temperaturas de las paredes de los absorbedores son casi idénticas. Entonces pueden usarse absorbedores que tienen las mismas propiedades de resistencia a la temperatura. En este caso particular, la temperatura máxima de los absorbedores es de 900°C, entonces pueden usarse materiales a base de níquel.

Se entiende bien que el receptor según la presente invención puede presentar cualquier tipo de conexión de fluido, por ejemplo, pero de manera no limitativa:

- todos los absorbedores pueden alimentarse en paralelo mediante una fuente de fluido frío, independientemente del flujo que recibe cada absorbedor,

- tal como se describió anteriormente, puede preverse alimentar en paralelo los absorbedores situados en la zona de alto flujo con el fluido frío, alimentándose los absorbedores situados en la zona de bajo flujo con el fluido que sale de los absorbedores situados en la zona de alto flujo; o

- tal como también se describió anteriormente, alimentar en paralelo los absorbedores situados en la zona de bajo flujo con el fluido frío, alimentándose los absorbedores situados en la zona de alto flujo con el fluido que sale de los absorbedores situados en la zona de bajo flujo.

De manera alternativa, puede ser ventajoso conectar en serie dos o varios absorbedores, y conectar en paralelo los grupos de absorbedores conectados en serie. Por ejemplo, en el caso en el que el receptor comprende 16 absorbedores, se conectan ventajosamente pares de absorbedores en serie con el fin de no tener más que 8 conexiones en paralelo, lo cual permite reducir las disparidades de caudal entre los absorbedores y por tanto disminuir los riesgos de aparición de puntos calientes. Además, se mejora la distribución del fluido ya que las pérdidas de carga aumentan con respecto a 16 conexiones en paralelo. Si bien la puesta en serie de absorbedores permite reducir los riesgos de una mala distribución de fluido con respecto a una disposición totalmente en paralelo, es deseable garantizar un nuevo mezclado del fluido en la salida de los absorbedores M1 de manera que los fluidos que alimentan los absorbedores M2 tengan niveles de temperatura idénticos, tal como se esquematiza en la figura 9.

Gracias a este ejemplo de receptor modular según la presente invención, puede obtenerse un fluido que sale de los absorbedores cuyas temperaturas son próximas. Esto no es el caso con los receptores del estado de la técnica que están formados por tubos dispuestos unos al lado de otros, extendiéndose de un borde a un borde opuesto del receptor. En efecto, cada tubo no recibe el mismo flujo y éste varía por la longitud de cada tubo, las temperaturas del fluido que sale de cada tubo pueden variar de manera considerable, lo cual puede provocar daños para los elementos aguas abajo del receptor. El nuevo mezclado en la salida de los absorbedores M1 es por tanto particularmente interesante para evitar los daños en los elementos aguas abajo.

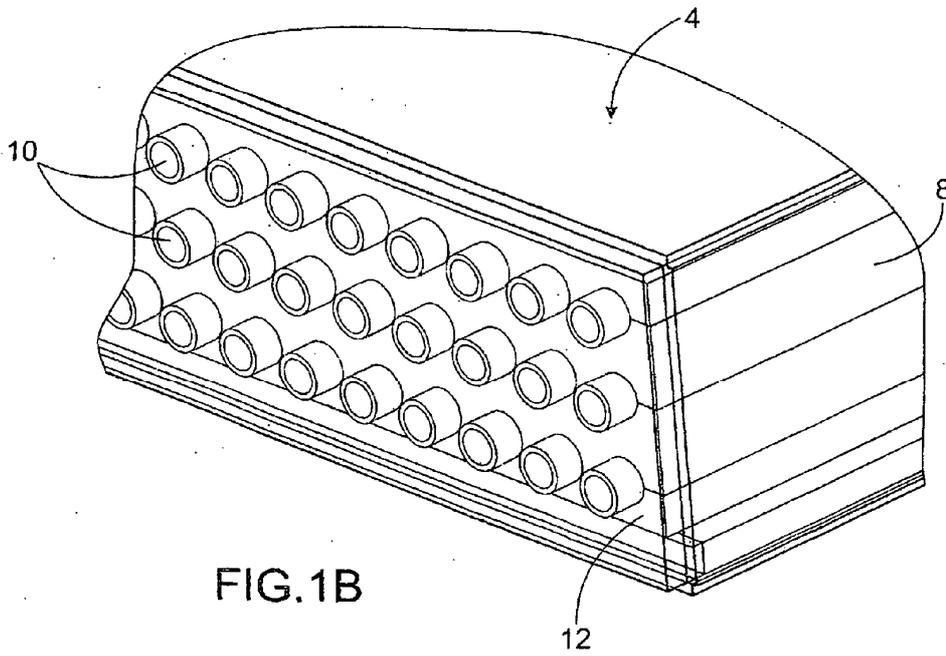
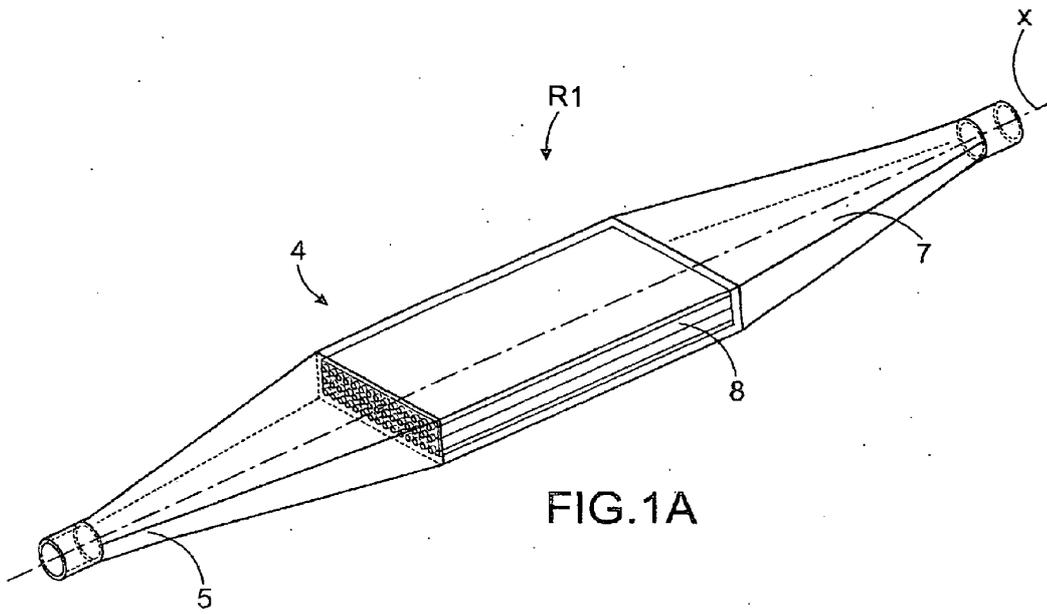
Además, el receptor modular según la presente invención presenta la ventaja de tener un mantenimiento simplificado. En efecto, si un absorbedor es defectuoso, por ejemplo en caso de escape, éste puede remplazarse de manera unitaria, sin requerir remplazar el receptor completo. Además, este remplazo reduce considerablemente el tiempo de parada de la central solar. Además del coste reducido de la reparación, la duración de la intervención se reduce de manera sensible, tanto más cuanto que es posible tener algunos absorbedores en reserva al contrario que un receptor completo.

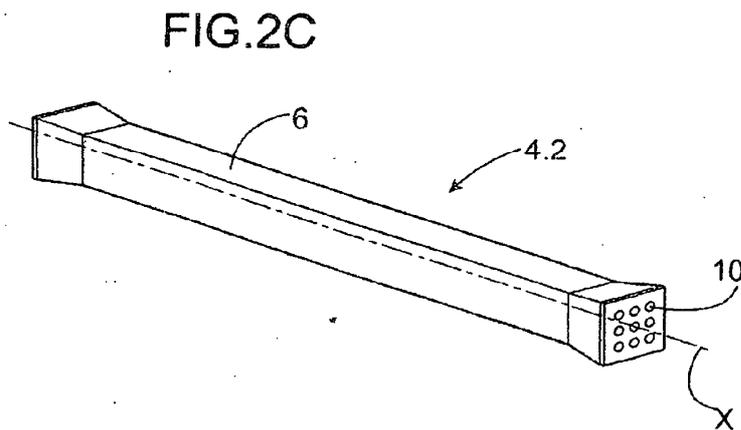
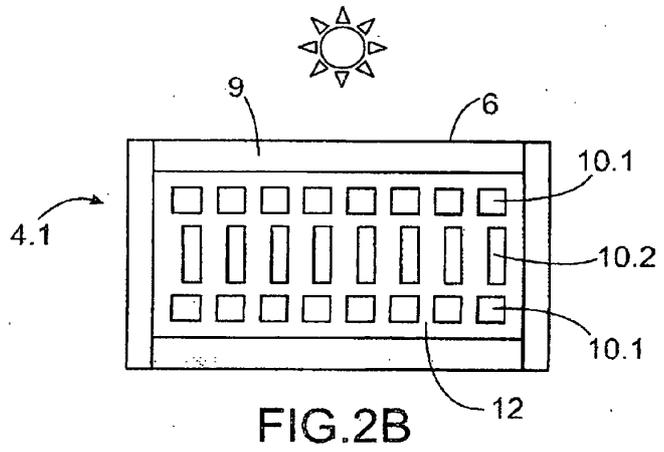
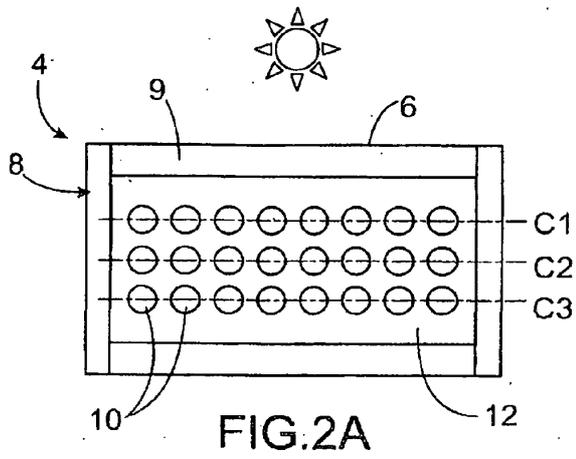
El receptor según la presente invención también ofrece la ventaja de adaptarse fácilmente para modificar su

potencia. Concretamente en el caso de la realización de receptores de mayores potencias, basta con aumentar el número de etapas y el número de absorbedores por etapa.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Absorbedor para receptor solar (R1, R2, R3, R4) de central solar de torre que comprende una cubierta (8) de la que al menos una pared (9) está destinada a iluminarse, un núcleo (12) rodeado al menos en parte por la cubierta (8) y al menos un tubo (10) que atraviesa el núcleo (12) y que se extiende sensiblemente en una dirección paralela a la pared (9) destinada a iluminarse, estando dicho tubo (10) destinado a la circulación de un fluido que va a calentarse, caracterizado porque el núcleo es de al menos un material que presenta un coeficiente de conductividad térmica superior o igual a $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ dado a la temperatura ambiente.
- 10 2. Absorbedor según la reivindicación 1, que comprende una pluralidad de tubos (10) que se extienden sensiblemente en una dirección paralela a la pared (9) destinada a iluminarse.
- 15 3. Absorbedor según la reivindicación 2, en el que los tubos (10) están distribuidos en varias capas (c1, c2, c3), comprendiendo cada capa (c1, c2, c3) varios tubos (10), estando las capas (c1, c2, c3) superpuestas a lo largo de una dirección sensiblemente normal a la pared (9) destinada a iluminarse.
- 20 4. Absorbedor según una de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende una parte (14, 14.1, 14.2) complementaria de un material adecuado para almacenar calor en contacto con el núcleo (12), no estando dicha parte (14, 14.1, 14.2) complementaria atravesada por tubos.
- 25 5. Absorbedor según la reivindicación 4, en el que la parte (14, 14.1, 14.2) complementaria está dispuesta de manera opuesta a la pared (9) destinada a iluminarse con respecto al núcleo.
6. Absorbedor según la reivindicación 4 ó 5, en el que la parte (14) complementaria forma una sola pieza con el núcleo (12).
7. Absorbedor según la reivindicación 4, en el que la parte (14.1, 14.2) complementaria es un depósito (18.1, 18.2) que contiene un material (20.1, 20.2) de cambio de fase o un metal fundido.
- 30 8. Absorbedor según la reivindicación 7, en el que el depósito está formado por material (18.2) poroso impregnado con un material (20.2) de cambio de fase.
- 35 9. Absorbedor según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la cubierta (8) y el al menos un tubo (10) son de un mismo material.
- 40 10. Absorbedor según la reivindicación 9, en el que la cubierta (8) y el al menos un tubo (10) son de acero inoxidable o de material refractario y el núcleo es de cobre, de aleación de wolframio o aleación de níquel.
- 45 11. Absorbedor según una de las reivindicaciones 1 a 10, que se realiza mediante soldadura por difusión, ventajosamente mediante compresión isostática en caliente.
- 50 12. Receptor solar de central solar de torre que comprende al menos un absorbedor (4, 104, 104.1, 104.2) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, un colector (5) de entrada que distribuye el fluido en el absorbedor y un colector (7) de salida.
- 55 13. Receptor solar según la reivindicación 12, que comprende una pluralidad de absorbedores dispuestos uno al lado de otro formando un pavimento, estando previsto un juego suficiente entre los absorbedores adyacentes de manera que se evita un contacto entre los absorbedores en caso de dilatación, comprendiendo cada absorbedor además su propio circuito de fluido en el que está destinado a circular un fluido destinado a calentarse por el flujo solar, estando los circuitos de fluido de los absorbedores conectados entre sí.
- 60 14. Receptor solar según la reivindicación 13, en el que la red de fluido de cada absorbedor comprende una entrada de alimentación y una salida de evacuación del fluido, desembocando dichas entradas y salidas en una cara del absorbedor opuesta a la cara (6) destinada a iluminarse.
15. Central solar de torre que comprende una torre (22), al menos un receptor (R1, R2, R3, R4) según la reivindicación 12, 13 ó 14, montado sobre dicha torre, estando el al menos un tubo (10) del receptor (2) conectado en la entrada a una alimentación de fluido y en la salida a un sistema que usa el fluido calentado, al menos un helióstato (24) orientado hacia el receptor.
16. Central solar según la reivindicación 15, en la que el fluido calentado es un gas, por ejemplo aire y el sistema que usa el gas calentado es una turbina de gas.





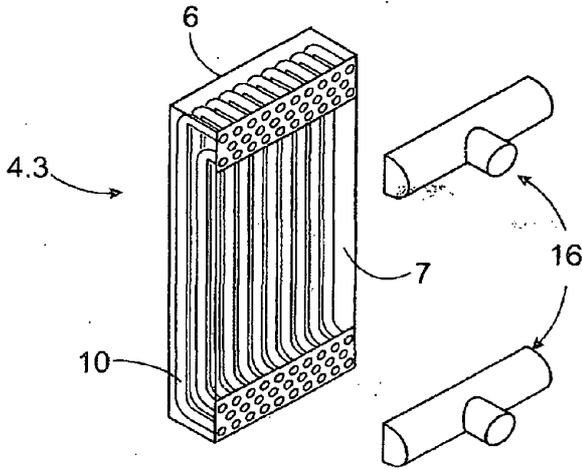


FIG. 2D

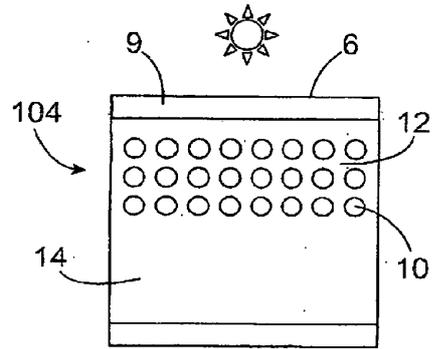


FIG. 3

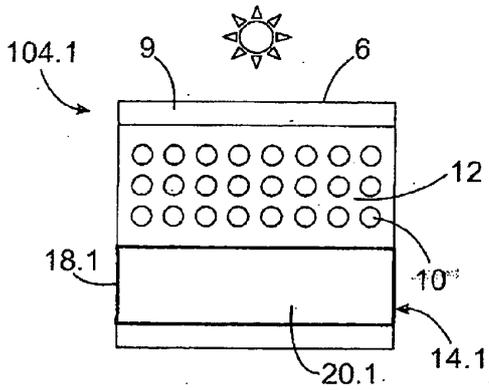


FIG. 4A

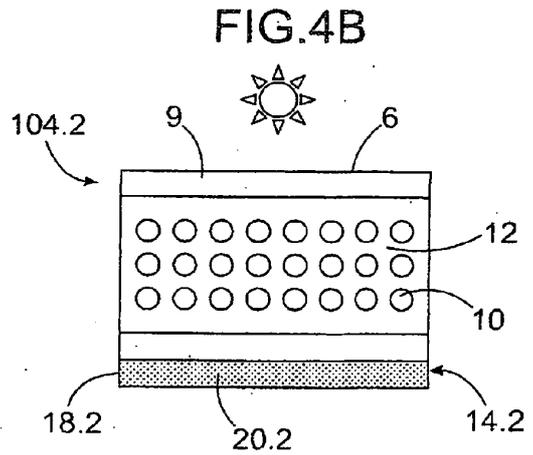


FIG. 4B

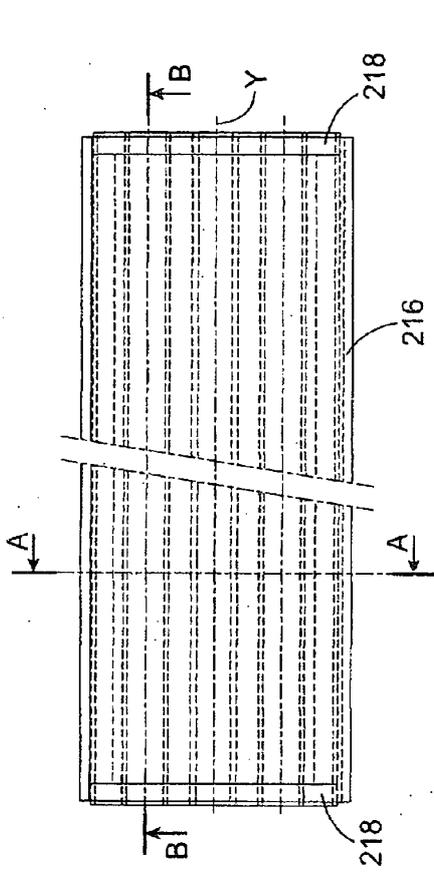


FIG. 5A

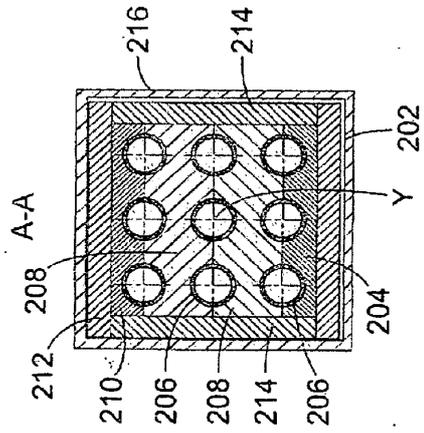


FIG. 5B

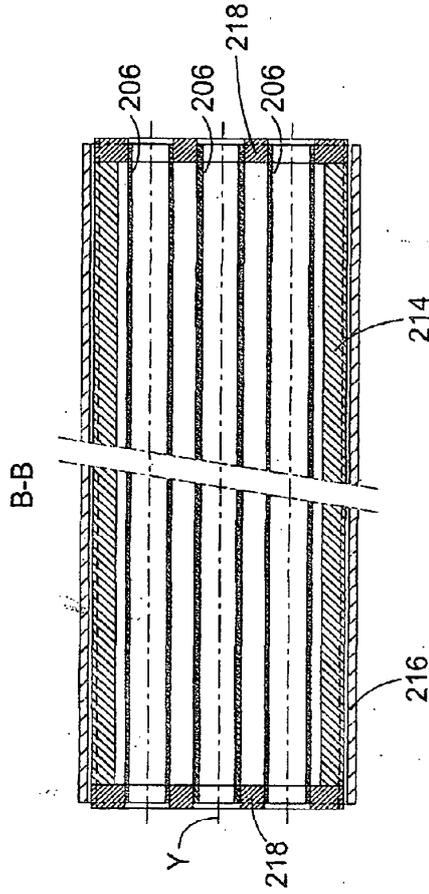
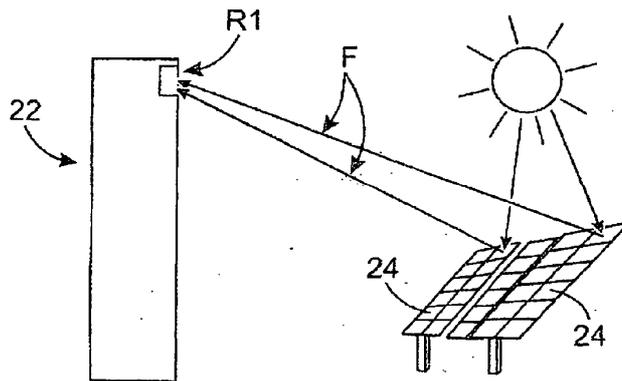
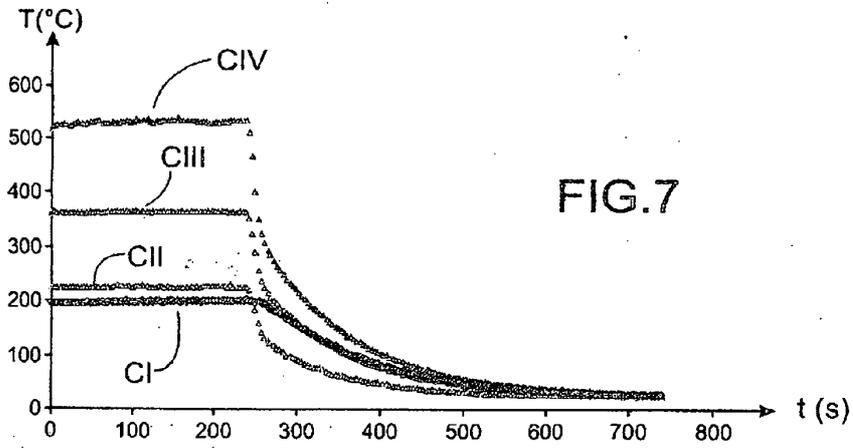
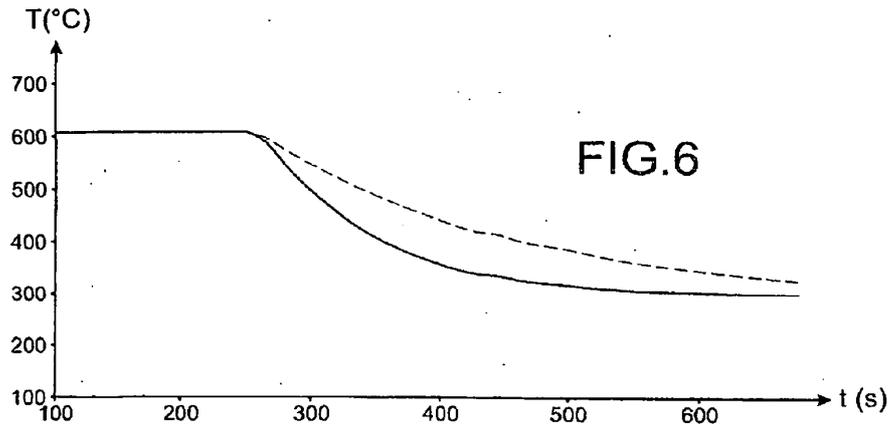


FIG. 5C



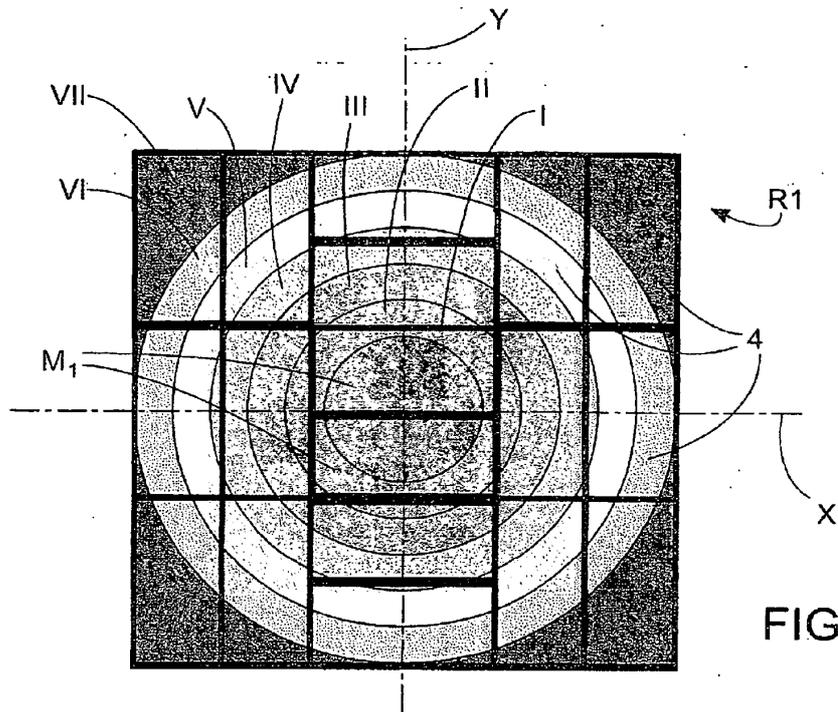


FIG. 9

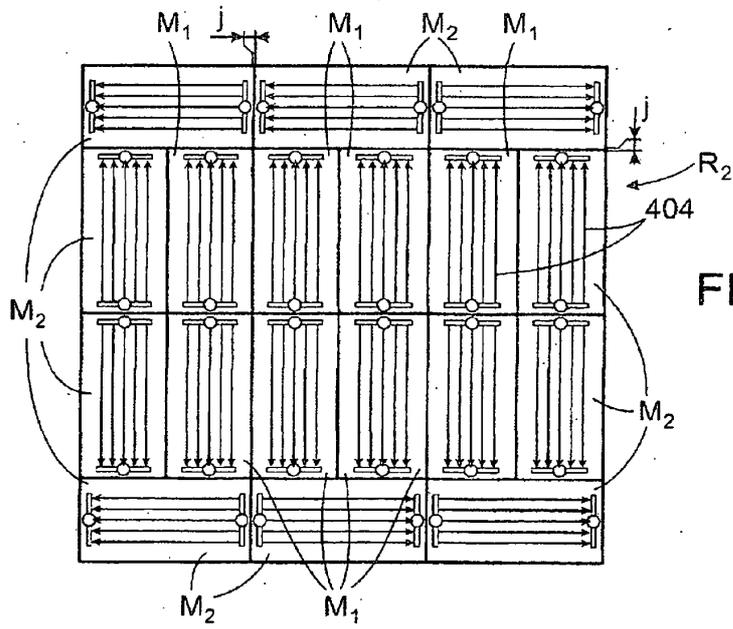


FIG. 10

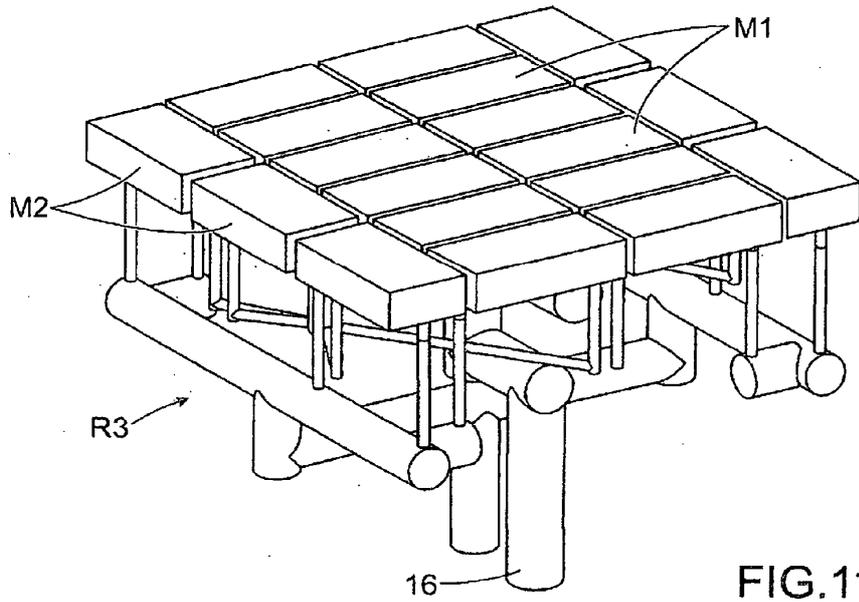


FIG. 11A

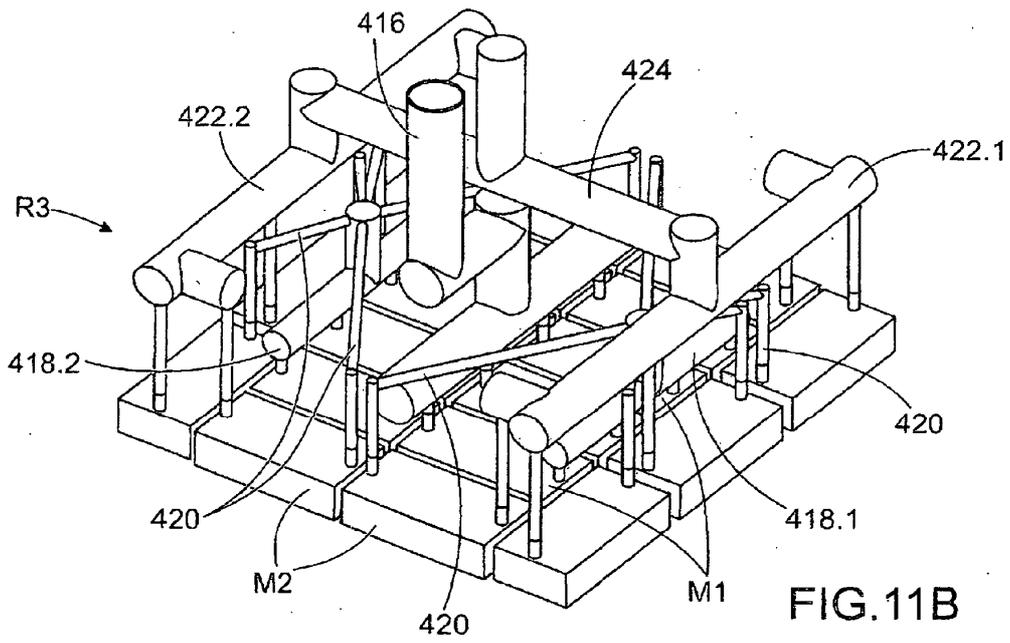


FIG. 11B

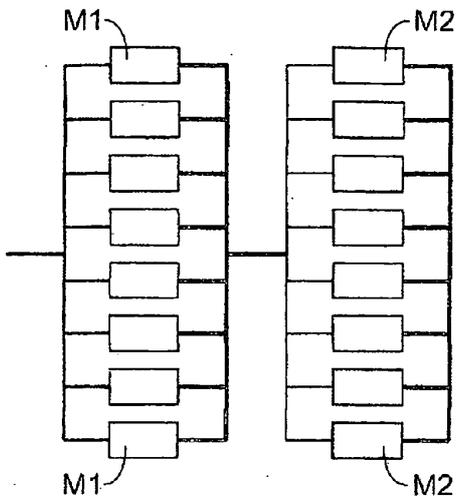


FIG.12

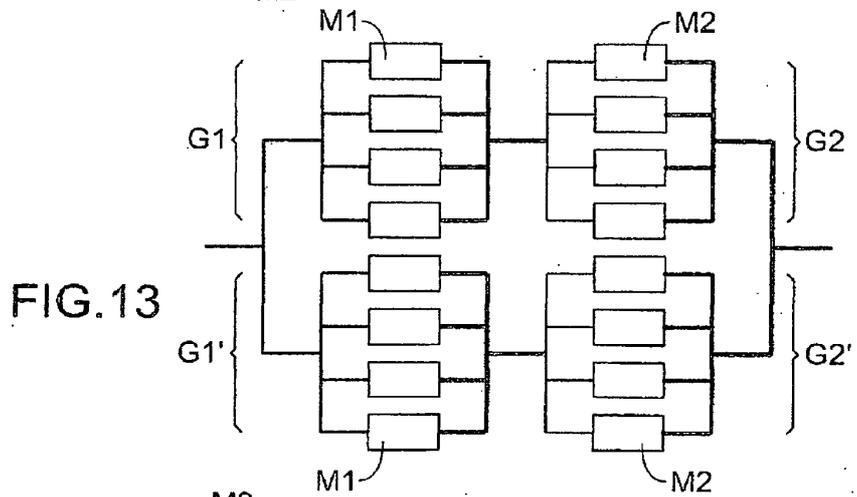


FIG.13

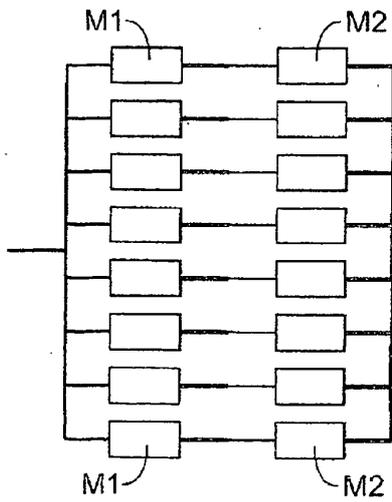


FIG.14

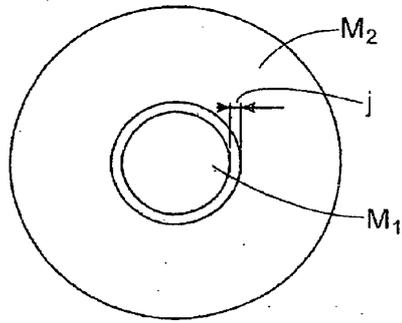


FIG.15

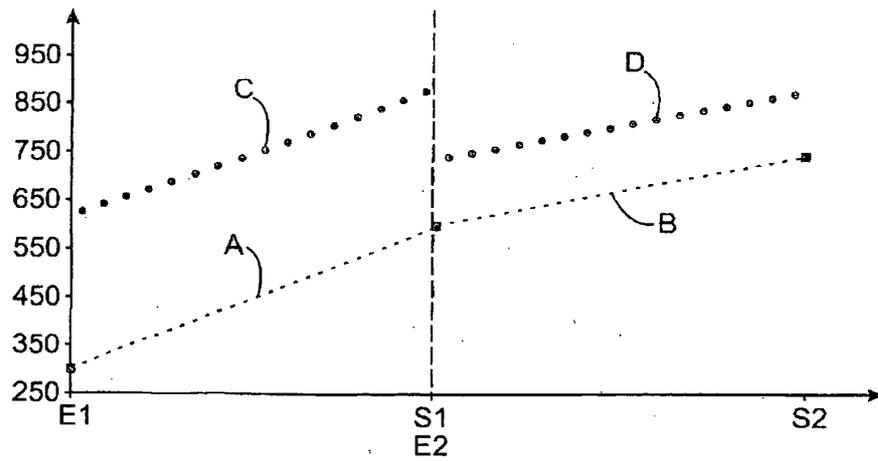


FIG.16