

20 JUL. 1978

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA  
Concedido el Registro de acuerdo  
Registro de la Propiedad Industrial con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

ES (11) (21) (29)

NUMERO	466813
FECHA DE PRESENTACION	9-Febrero-1.978

(10) A1



ESPAÑA

PATENTE DE INVENCION

(30) PRIORIDADES: (31) NUMERO 737.364	(32) FECHA 1-11-76	(33) PAIS E.U.A.
---	-----------------------	---------------------

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL F28D, F24J	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA 463.710
--------------------------	--	---

(64) TITULO DE LA INVENCION  
"UN APARATO PERFECCIONADO CAPTADOR DE ENERGIA SOLAR, MODULAR"

(71) SOLICITANTE (ES)  
OWENS-ILLINOIS, INC.  
(Docket No. N-14183 (e)  
DIV IV)

DOMICILIO DEL SOLICITANTE  
Post Office Box 1035, Toledo Ohio 43666, Estados Unidos de América

(72) INVENTOR (ES)  
Duane Chester Nugent.

(73) TITULAR (ES)

(74) REPRESENTANTE  
DON ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ  
(P.-68.111)

MCS/.

1 El presente invento se refiere a un apa-  
rato para la captación de energía de radiación solar y  
la transmisión de esa energía como calor en un medio líqui-  
do para fines de utilización en un sistema de consumo de  
5 energía.

#### ANTECEDENTES DEL INVENTO

10 Se han descrito captadores eficaces de  
la variedad tubular en la patente para los EE.UU. --  
3.952.724 y en la Solicitud de Patente española, de pro-  
piedad en común, Nº 451501, la primera de ellas presenta-  
da con fecha 24 de noviembre de 1975, exponiéndose en am-  
bas inventos de Y.K. Pei relativos al diseño moderno y avan-  
15 zado de un captador solar. En la mayor parte de los cap-  
tadores anteriores a que se acaba de hacer referencia se  
utiliza un medio líquido para absorber y transmitir la  
energía como calor captado en una superficie de absor-  
ción solar tubular de un captador. El líquido es manipula-  
do en un colector para distribución de flujo en serie del  
20 mismo a la cámara interior de una serie de tubos absorbe-  
dores. Para mantener el circuito a prueba de fugas, se  
obturaran los captadores en el colector y se proporciona  
presión en el extremo del tubo en el apoyo estructural pa-  
25 ra cargar la presión de líquido interno en la cámara in-  
terior del tubo absorbedor tal como sube a las temperatu-  
ras de funcionamiento del sistema. Los captadores están  
construidos de componentes de tubo de vidrio y tienen una  
camisa de vacío anular entre la pared exterior del tubo  
30 y la pared interior del tubo absorbedor. El líquido es

5

introducido libremente desde el colector al interior del tubo absorbedor por un circuito de tubo de entrega, desde el cual el líquido fluye dentro de los límites del cuerpo del tubo absorbedor, al colector. La rotura del captador tubular, y en particular la rotura del tubo absorbedor, o bien el levantamiento de su asiento y la fuga en uno de los tubos captadores del colector origina fuga o derramamiento de líquido y la consiguiente avería o, en el mejor de los casos, la pérdida de la eficacia de funcionamiento de un segmento de módulo del sistema.

10

-RESUMEN DEL INVENTO

15

El objeto del invento es proporcionar un sistema de captación solar avanzado, perfeccionado, en el cual un medio de intercambio de calor líquido está contenido por completo y es hecho circular en un circuito de tubo cerrado a los captadores de vidrio tubulares y a través de éstos.

20

En el invento, un aspecto importante es la eliminación de obturaciones estancas al agua en el extremo del tubo captador en el colector, sin pérdida de fluido en caso de que se produzca fuga o rotura en el tubo captador. Además, el sistema es susceptible de presiones y temperaturas de funcionamiento muy superiores.

25

30

Otra característica importante del invento radica en la disminución de peso cuando está lleno y en una menor constante de tiempo para la circulación en el ciclo de líquido. La menor constante de tiempo para el ciclo de líquido supone una ventaja en el con

trol sobre la salida del calor captado en el captador.

La estructura básica del tubo captador del invento consiste en un tubo de vidrio alargado de doble pared que está cerrado por el extremo exterior y abierto por el otro extremo. La superficie de la pared interior del tubo está cubierta con un recubrimiento de absorción, preferiblemente un recubrimiento selectivo de longitud de onda que tiene las propiedades de una alta absorción y una baja emisividad. Las paredes están separadas por una cámara de vacío anular para reducir las pérdidas por conducción y por convección. El líquido está contenido por completo en el colector y en el tubo en U como parte del circuito cerrado, y la parte de tubo en U está introducida en la cámara interior de la pared del tubo absorbedor del captador. El captador tubular está conectado por su extremo abierto al colector de tal modo que la cámara interior del tubo absorbedor en el captador está cerrada, tal como por medio de la matriz del colector. El sistema de circulación de líquido constituido por el tubo en U consiste en un espacio de aire estacionario o no turbulento dentro del captador y en que la energía solar radiante absorbida en el recubrimiento de la pared interior del captador es transmitida como calor por radiación, conducción y transferencia por convección natural al tubo en U y al líquido hecho circular en el mismo.

El invento incluye además un miembro de colector partido formado de un cuerpo de aislamiento de baja densidad y de un revestimiento exterior denso, no poroso y duradero. El miembro de colector soporta y

encierra al circuito cerrado de líquido conectado como un tubo serpenteado o en forma de serpentín que incluye varios tubos en U en los captadores y en el cierre para el extremo abierto de los tubos captadores. El tubo serpenteado está conectado a un circuito de tubería colectora interna cerrada para manipular el líquido que llega a y que sale del sistema. El colector, en la realización preferida aquí descrita, incluye soportes enterizos de apoyo y montaje hechos como parte del revestimiento exterior duradero que cubre para su montaje al aparato.

Como otra característica del invento se incluye el montaje modular de los captadores en un bastidor que incorpora en una unidad modular los elementos necesarios del captador, el colector (incluido el circuito de tubo cerrado), los medios de reflector y los apoyos. La construcción modular proporcionada por el invento permite el montaje sobre el terreno de un solo módulo o de un agrupamiento en serie de módulos sobre un bastidor preparado para ser izado al lugar de su instalación para una exposición solar deseada. Predominan las instalaciones en las partes altas de los edificios o bien en lugares elevados, y la facilidad de instalación que ofrece el invento facilita el montaje y mejora la fiabilidad de la instalación.

Puesto que el líquido está contenido por completo en el tubo, se puede efectuar una prueba hidrostática como parte del procedimiento de instalación, para garantizar que el sistema no tiene fugas. Estas condiciones se mantendrán hasta que tenga lugar la rotura de un tubo. En consecuencia, el invento proporcio

na ventajas de seguridad y mantenimiento mejorados. Si se rompe en servicio un tubo captador de vidrio, el mismo puede ser sustituido sin interrumpir el flujo de líquido y sin pérdida ni derramamiento alguno del líquido; es decir, no hay necesidad de parar el funcionamiento del sistema. La única pérdida en el sistema en caso de que se rompiese un tubo sería la de una disminución en el rendimiento de actuación, proporcional al tubo o a los tubos que queden fuera de servicio.

Como resultará evidente, a los expertos en la técnica se les ocurrirán indudablemente otros objetos y ventajas a la vista de la descripción que sigue y de los dibujos que se acompañan.

#### BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

La Fig. 1 es una vista en perspectiva, parcialmente recortada, de la unidad modular de captadores de energía solar perfeccionados del invento;

La Fig. 2 es una vista en alzado lateral, parcialmente recortada, en la que se ilustra la unidad modular de captadores de la Fig. 1 instalada en el bastidor modular estructural instalado en un emplazamiento expuesto a la radiación solar;

La Fig. 3 es una vista en perspectiva, en despiece ordenado, parcial, de una unidad modular del aparato del invento;

La Fig. 4 es una vista en alzado por un extremo, en corte dado a lo largo de la línea 4-4 de la Fig. 1;

La Fig. 5 es una vista en perspec-

tiva, a escala ampliada, del conector para la formación serpenteada de tubo y de una de las tuberías colectoras;

5 La Fig. 6 es una vista en alzado lateral del conector, parcialmente en corte, dado a lo largo de la línea 6-6 de la Fig. 5;

La Fig. 7 es una vista en corte del conector, dado a lo largo de la línea 7-7 de la Fig. 6;

10 La Fig. 8 es una vista en alzado lateral de la parte de tubo en U de líquido de la formación serpenteada de tubo de acuerdo con la primera realización del invento;

15 La Fig. 9 es una vista por un extremo del tubo en U ilustrado en la Fig. 8;

20 La Fig. 10 es una vista en alzado lateral de un conducto de tubo en U para líquido que ilustra otra realización del invento en la cual el tubo en U está retorcido para que quede dispuesto en un plano cerca de uno de sus extremos que está dispuesto a 90° con relación al plano en su otro extremo;

La Fig. 11 es una vista por un extremo del tubo en U ilustrado en la Fig. 10; y

25 La Fig. 12 es una vista en perspectiva de la realización de tubo en U retorcido ilustrada en las Figs. 10 y 11.

#### DESCRIPCION

30 En la Fig. 1 se ilustra un ejemplo del módulo de aparato captador de energía solar ins-

talado sobre una superficie 10 de apoyo del bastidor, tal como en el techo o en una pared de un edificio expuesta a la luz solar. La superficie 10 deberá estar situada con óptima exposición al sol, tal como con una orientación al mediodía en el hemisferio norte, etc.

Un reflector plano de reflectividad difusa 11 está situado encima del bastidor 10 y el módulo captador solar está montado sobre el apoyo 10 y la superficie del reflector 11 y espaciado por encima de la superficie superior de este último a una distancia prefijada para favorecer la reflexión difusa de los rayos del sol. El reflector plano 11 es similar al descrito en la solicitud de patente española Nº 442540. Como alternativa, se pueden emplear reflectores con forma del tipo descrito en la Solicitud de patente española Nº 461599, en combinación con los elementos captadores tubulares de que aquí se trata.

El módulo consiste en el conjunto de colector 12 y en la pluralidad de elementos captadores solares tubulares 13 que penden lateralmente de uno y otro lado del colector 12. Los extremos cerrados exteriores que penden de los elementos captadores 13 están sujetos en un conjunto de apoyo de extremo 14 en un soporte de ménsula vertical 15 unido con pernos en 16 a las vigas estructurales 76. Para facilitar la ilustración, solamente se ha representado un conjunto de apoyo de extremo 14. No obstante, se comprenderá que cada uno de los elementos captadores 13 está montado de un modo similar. El soporte 15 es preferiblemente una pieza entera que abarca un lado del colector para apoyo de extre

mo de todos los elementos captadores 13 que penden a lo largo de ese lado.

El colector 12 está sujeto firmemente al bastidor de apoyo por un par de pies 33 que penden hacia abajo (como se describirá aquí más adelante) del colector, los cuales están unidos con pernos a las vigas modulares 76.

#### EL CAPTADOR

El elemento captador 13 se ha descrito mejor con referencia a la Fig. 4. Un tubo 18 con cubierta de vidrio transparente exterior tiene un extremo exterior de forma cónica 19 y tiene un extremo opuesto normalmente abierto 20. La pared de vidrio del extremo 20 está unida por fusión anularmente a la pared del extremo abierto 21 del tubo menor 22 absorbedor de vidrio dispuesto hacia dentro. El tubo 22 es formado antes de la fabricación como un absorbedor de energía de radiación solar en virtud de una capa superficial de un recubrimiento selectivo de longitud de onda que tiene propiedades de alta absorción y baja emisividad. Se han dado ejemplos de tal capa de recubrimiento y de su método de aplicación sobre substratos de vidrio en la solicitud norteamericana pendiente de tramitación, de propiedad en común, Número de Serie 695.358, presentada con fecha 14 de junio de 1976. El diámetro exterior del tubo 22 es, por ejemplo, del orden de 50,8 mm. Preferiblemente, esa capa de recubrimiento absorbente está en la superficie exterior del tubo absorbedor de vidrio 22, el cual tiene un extremo cerrado curvado 23. Se hace el va-

cio en el espacio 24 entre los tubos 18 y 22 a través de una tubuladura extrema 25, hasta un vacío fuerte, y que se ha ilustrado con la extremidad cerrada de la manera usual después de hecho el vacío. El vacío en el espacio 24 elimina las pérdidas de calor por convección y por conducción de la energía solar que es absorbida en la superficie de recubrimiento del tubo 22.

Para conducir la energía absorbida en el tubo 22 como calor desde el elemento captador y para ponerla en uso en un sistema en el cual pueda estar incorporado el aparato captador, en el invento se emplea un tubo 26 en U alargado, doblado, de diámetro exterior relativamente pequeño (del orden de 9,5 mm o 12,7 mm de diámetro) que está introducido en la cámara interna 27 de diámetro mayor del tubo absorbedor 22 (diámetro interior de aproximadamente 38,1 mm). El área restante dentro de la cámara 27 es un espacio de aire no renovado, o bien puede ser llenado con cualquier otro medio de transferencia de calor gaseoso seleccionado por sus propiedades en cuanto a la transferencia de calor desde la pared del tubo absorbedor de vidrio a la superficie del tubo 26 en U. El aire es un ejemplo adecuado de tal medio gaseoso.

El tubo 26 en U es preferiblemente de un material dúctil, que sea preferiblemente capaz de soportar las condiciones de alta presión y alta temperatura de funcionamiento y que sea fácil de doblar según un codo 26C de inversión bastante pronunciado que se prescribe en una extremidad longitudinal del tubo 26. Desde el codo en el extremo 26C, los dos tramos alarga-

dos 26A y 26B del tubo situados lado a lado se extienden hasta el extremo abierto del tubo absorbedor fuera del extremo del elemento 13 captador tubular de doble pared. Dependiendo de la dirección del flujo inducido en el tubo 26, las extremidades de las partes 26A y 26B proporcionan la entrada y la salida para la circulación de fluido a lo largo de la longitud del tubo absorbedor 22. Como se describirá a continuación, el tubo 26 puede ser enterizo y continuo todo él, pero al mismo debe proporcionar un conducto continuo para el flujo de un medio líquido de intercambio de calor, por ejemplo, agua a través de ciertos elementos sucesivos 13 a lo largo del colector 12. En el ejemplo ilustrado en los dibujos, el flujo del líquido en el sistema entra en el elemento captador 13 por un extremo de la rama 26B y sale por el extremo de la rama 26A (Fig. 3).

La transferencia de calor en el elemento captador incluye tres mecanismos: (1) transferencia de calor radiante desde el interior del tubo absorbedor de vidrio al tubo 26 en U; (2) conducción a través del espacio de aire estacionario que existe entre el tubo en U y el tubo absorbedor; y (3) convección natural que puede haber presente dentro del tubo absorbedor. La transferencia de calor por radiación es el factor dominante. La conducción a través de la película gaseosa (aire estacionario) es la transferencia de calor segunda en importancia, y suponiendo que las ramas 26A y 26B del tubo están dispuestas en el modo horizontal lado a lado (como se ha ilustrado), la transferencia por convección es de menor importancia. Si el tubo 26 está

situado de tal manera que las ramas 26A y 26B del tubo están situadas en el modo vertical (Figs. 10-12), la convección natural contribuirá de modo considerable a la transferencia de calor. En el modo horizontal, como se ha ilustrado aquí en las figuras 8 y 9, la convección natural será esencialmente de una magnitud despreciable. La disposición angular del tubo en U entre los extremos vertical y horizontal aumentará la transferencia de calor por convección en proporción directa al aumento del ángulo desde la horizontal hasta la vertical.

Considerando la transferencia de calor por radiación como el factor más dominante, el tubo en U deberá hacerse no reflectante, lo cual se consigue disponiendo una superficie exterior ennegrecida opaca en el tubo en U para mejorar su capacidad de absorción. La capa ennegrecida en el tubo 26 puede ser una capa de óxido metálico, tal como de óxido de cobre, óxido de níquel, óxido de zinc u óxido de hierro, por citar algunos ejemplos.

El ejemplo preferido del invento es un tubo de cobre doblado en una configuración 26 de tubo en U y recubierto exteriormente con un material de óxido negro opaco, para dotarlo de la propiedad de ser no reflectante.

Como resulta evidente de la estructura de la Fig. 4, el extremo abierto del tubo absorbedor 22 está cerrado con respecto a la atmósfera ambiente mediante el ajuste del tubo captador por su extremo dentro del colector 12, en la abertura 29 prevista en el mismo.

El captador que se acaba de describir se comporta favorablemente si se compara con los anteriores captadores llenos de líquido. Tomando como base experimentos realizados, el captador del presente invento es muy similar en cuanto a rendimiento de actuación al captador tubular en el que se utiliza circulación de líquido (agua) no cerrada por la cámara interior del tubo absorbedor. Se da a continuación un ejemplo de actuación en el cual es captador tubular 13 de este invento fue ensayado simultáneamente con un tubo captador, construido de modo similar, pero en el cual se introducía agua en el interior del tubo absorbedor del mismo por un tubo de entrega de extremo abierto, llenando la cámara del tubo absorbedor, y se permitía que fluyera a lo largo del tubo absorbedor y saliera por su extremo abierto a un colector, tal como en la construcción descrita en la solicitud de patente española Nº 447863.

TABLA 1

Régimen de Inso-lación cal/hora.cm <sup>2</sup>	Tempera-tura del agua °C	Tubo de Aire		Tubo Lleno de Agua	
		Estacionario Calor Captado cal/hora	Rendi-miento	Calor Captado cal/hora	Rendi-miento
19,5	50	12.776	52,3%	12.776	52,3%
	66	12.257	50,2	12.650	57,2
	78	12.516	47,2	9.601	39,3
30,9	50	21.193	56,3%	18.925	49,0%
	66	19.202	49,7	18.648	47,4
	78	19.195	47,7	12.020	47,5
Promedio Total			50,6%		48,9%

5 Por lo que se refiere al tubo en U, su composición puede variar dependiendo de las condiciones de funcionamiento para las cuales se ha diseñado el aparato captador solar. La estructura de este invento, que se acaba de describir, permite un amplio margen de condiciones de funcionamiento del captador, por ejemplo de condiciones de alta presión y alta temperatura en el sistema de líquido de intercambio de calor cerrado y delimitado. Bajo estas condiciones de alta temperatura y de alta presión, el líquido encerrado en el sistema que incluye los tubos en U y las tuberías colectoras es capaz de soportar presiones de funcionamiento de hasta  $112 \text{ kg/cm}^2$  y temperaturas del orden de  $316^\circ\text{C}$ . Por consiguiente, el tubo en U puede construirse de la mayoría de los metales, incluidos: cobre, latón, acero o aleaciones de acero, acero inoxidable, aluminio, por citar las composiciones metálicas más corrientes. Además, puede hacerse el tubo en U de vidrio que tenga buenas propiedades inertes en cuanto a la manipulación de un líquido de intercambio de calor, tal como agua.

15 La construcción preferida del serpienteado de tubo y de las tuberías colectoras es un tubo de acero, debido principalmente a consideraciones de resistencia y coste. El tubo de cobre, como se ha indicado anteriormente, es también un material muy satisfactorio para esta parte del aparato.

25 El sistema de tubo del aparato proporciona un tiempo acertado de permanencia en los captadores y proporciona la ventaja de un mejor control en el sistema general para la utilización de la energía.

30

La reducción de peso es también un factor importante en el invento. Como un ejemplo, en el sistema captador lleno de líquido, tal como el descrito en la patente y en la solicitud de propiedad en común antes mencionadas, se utilizan 34,1 litros de agua en un módulo de captador de veinticuatro tubos. El presente invento construido con tubo de 9,525 mm de diámetro del mismo tamaño de módulo contiene 5,7 litros de líquido en el tubo serpenteado más 1,25 litros en las tuberías colectoras de 25,4 mm de diámetro. Para un caudal de 1,14 litros por minuto, el tiempo de permanencia del líquido en tal módulo se reduce desde 30 minutos en el sistema captador lleno de líquido anterior, a 3,6 minutos en el presente invento.

En ciertas operaciones con presiones y temperaturas menores, el tubo en U puede hacerse también de plásticos rígidos de uso corriente en la actualidad, aunque se ha de poner cuidado en la selección de éstos, debido a la posibilidad de fallo o de rotura en condiciones de presión o de temperatura demasiado altas en el líquido hecho circular a través del tubo en U.

Para reducir las pérdidas por radiación a un mínimo en el tubo en U, cualquiera de los materiales sugeridos puede ser recubierto superficialmente o chapeado mediante técnicas conocidas para proporcionar un recubrimiento ennegrecido, no reflectante, en el tubo en U, al menos sobre aquella parte del tubo en U contenida dentro del elemento captador 13.

En consecuencia, sin sacrificar rendimiento de actuación, con el presente invento se

pueden obtener prácticamente las ventajas a las que aquí se ha hecho mención.

5 En la descripción del invento que aquí se ha hecho e ilustrado en los dibujos, la estructura de tubo en U está construida de modo enterizo para una serie de los captadores tubulares 13 en un módulo, por conveniencia. No obstante, la serie de tubos en U en formación serpenteada puede construirse de piezas de tubo conectadas juntas, y ciertas partes de la misma pueden hacerse de materiales diferentes, de resistencia suficiente, para reducir el coste de la construcción del invento. Por ejemplo, cada uno de los tubos en U del captador puede fabricarse de tubo de cobre, como se ha indicado, y conectarse éstos juntos en la serie serpenteada, como se ha  
10 ilustrado, mediante tubo de un material diferente de menor coste. A este respecto, ciertas combinaciones de materiales para conseguir economía de coste del sistema son bien conocidas por los expertos en este campo.

15 Análogamente, pueden seleccionarse materiales en la fabricación de las tuberías colectoras de los módulos, descritas en lo que antecede, para economía de coste en un conjunto dado de condiciones de funcionamiento. Puesto que los ejemplos preferidos se han descrito usando agua como el medio líquido de intercambio de calor en los elementos captadores, se han seleccionado  
20 el acero o el cobre para facilidad de fabricación o resistencia a la corrosión o protección contra el efecto electrolítico en el sistema. El invento, sin embargo, no queda limitado a tales materiales. La principal ventaja del invento debe ser respetada. El líquido está encerrado en  
25  
30

el aparato captador solar para flujo entre el punto de captación de la energía en el sistema y punto de transferencia en la parte del sistema en la cual se utiliza o se almacena la energía.

5

EL COLECTOR

Como se aprecia mejor en la Fig. 3, el colector 12 está constituido por secciones de mitad superior e inferior complementarias 30 y 31, respectivamente, de longitud modular. Cada una de las secciones 30 y 31 se moldea preferiblemente de la siguiente manera. Se dispone primeramente una hoja de compuesto de moldeo en forma de hoja cubriendo sobre la cavidad del molde y se calienta hasta que tenga una consistencia flexible reblandecida. Luego se prensa la hoja de compuesto de moldeo dentro de la cavidad del molde, colocando la capa de revestimiento exterior 32 de cada pieza. El material de hoja de compuesto de moldeo es uno que se encuentra en el comercio producido por varios fabricantes, tal como la W.R. Grace Company y la Owens-Corning Fiberglass Corporation. Tal material está constituido por una composición de poliéster que está reforzado con fibras o cordones de vidrio (fibra de vidrio) empotrados. El poliéster es un compuesto plástico termoendurecible. Después de conformada la capa de revestimiento de hoja de compuesto de moldeo en la cavidad de molde, se cura a una temperatura suficiente, bien conocida en la técnica, durante un tiempo (tal como de 20-30 segundos) tal que se haga rígido el plástico termoendurecible. El resultado es la capa de revestimiento exterior 32, representada específicamente

10

15

20

25

30

5 en la Fig. 4, la cual forma un recubrimiento exterior duradero, denso, no poroso para el colector. Se puede mezclar cualquier pigmentación o color deseado en el material de hoja de compuesto de moldeo para darle al colector un aspecto atractivo. Al tiempo de moldear el revestimiento 32, como se acaba de describir, la cavidad del molde usada incorpora el perfil para formar los apoyos 33 de rama para el colector (véanse las Figs. 2-4), los cuales están dispuestos en los extremos longitudinales en la sección media inferior 31. Así, los soportes de apoyo inferiores para cada longitud de colector modular, están hechos enterizos con la capa de revestimiento 32 y del mismo material termoendurecible reforzado.

10 Después de moldeado el material de hoja de compuesto de moldeo a su forma y de curado en el molde, la envuelta del revestimiento 32 proporciona una cavidad dentro de la cual se moldea una matriz de material aislante térmico de baja densidad, tal como de poliuretano esponjado de 64-96 gramos por decímetro cúbico de densidad. El material de poliuretano esponjado es colocado en el interior hueco de la forma conformada como revestimiento 32 y es moldeado con un perfil mediante una técnica conocida, tal como mediante un plato de prensa de estampar que tiene machos y canales, para conformar las partes de cavidad interior de las secciones 30 y 31 de colector modular. Como se ve en la Fig. 3, se moldea el material de aislamiento para conformar dos canales 34 y 35 que se extienden longitudinalmente lado a lado en la sección inferior 31 para recibir dos tuberías colectoras 36 y 37, respectivamente. En los bordes exteriores laterales de los

15

20

25

30

canales 34 y 35 hay dos canales menores 38 y 39, espaciados entre sí, laterales, paralelos de configuración aproximadamente semicircular, a través de cada pared extrema 40 de la pared 41 de cavidad semicircular rebajada formada en el aislamiento y en la capa de revestimiento 32. Hay varias de estas paredes 41, 40 de cavidad conformadas a lo largo de cada lado longitudinal del colector 12 para recibir el extremo abierto de un tubo 13 captador de vidrio de doble pared. Los canales espaciados, paralelos, laterales 38 y 39 en cada pared con abertura para tubo captador están previstos en forma de adaptación complementaria en ambas secciones de colector, la superior y la inferior, 30, 31, de modo que en una relación yuxtapuesta de las secciones, los canales 38, 39 recibirán y rodearán a las ramas 26A y 26B, respectivamente, del tubo 26 en U.

En la formación de la capa de revestimiento 32 hay también formada una pestaña semicircular 42 que tiene una garganta 43 de recepción de junta formada por ella alrededor del borde de la abertura para recepción de tubo captador. En las gargantas 43 semicirculares superior e inferior combinadas hay asentado un ojeete 44 de caucho circular, el cual retiene a la junta anular 44 cuando las secciones 30, 31 están yuxtapuestas en su montaje (tal como se ha ilustrado en el lado derecho de la Fig. 3). La semisección superior 30 está sujeta a la semisección inferior 31 mediante una abrazadera 45 en U del tipo de herradura, constituida por el material de poliéster termoendurecible, para adaptarse al revestimiento 32. La abrazadera 45 tiene una cierta elasticidad y es empujada sobre la semisección superior 30 en los extremos

opuestos de la longitud de módulo de la misma. Enterizos en el revestimiento 32, en los extremos de la sección 30, hay formados nervios laterales 46, espaciados entre sí, exteriores. Los nervios 46 de longitudes de módulos de colector adyacentes reciben una abrazadera 45 para situarlos con estabilidad y guiarlos a su asiento en la sección inferior 31, la cual está constituida por patillas exteriores enterizas 47 sobre la capa 32 de revestimiento de la misma. Como se ha ilustrado en el lado derecho de la Fig. 3, una patilla 47 está en alineación circunferencial con su nervio opuesto 46 en cada extremo de la sección 31 y las patillas 48 de leva espaciadas que miran hacia el interior en cada uno de los extremos que penden de la abrazadera 45 de herradura saltan elásticamente a presión sobre una patilla 47. Este ajuste a presión sujeta la sección superior 30 sobre la sección inferior 31, cerrando el colector alrededor de los tubos colectores 36 y 37 y de la formación serpenteada de tubo en U constituida por la serie de tubos 26 en U y los tramos de tubo 26D que interconectan un tubo en U con el siguiente. Los bordes 49 espaciados que penden hacia abajo de la abrazadera 45 ajustan a lo largo de los bordes exteriores opuestos de los nervios 46 de los tramos de colector adyacentes y fijan los dos juntos en unión de apoyo a tope extremo con extremo.

La formación serpenteada de tubo (la serie de tubos 26 en U y los tramos intermedios 26D que los conectan juntos) se hace que se corresponda en su número de tubos en U y en su espaciamiento entre centros de tubos en U con el espaciamiento entre centros de la serie de receptáculos circulares 41 para los tubos capta-

dores 13 a lo largo de un lado del colector. Estos receptáculos para tubos están definidos por las paredes 40, 41 hacia dentro de la pestaña 42 del ojete en cada uno de los tramos modulares del colector, como se ha descrito antes.

5 El extremo delantero (de entrada) de la formación serpenteada del lado izquierdo del colector está conectado a hilos de rosca 50A de un bloque conectador 50 en la tubería colectora 36 (Fig. 5) mediante un racor de presión roscado, abocardado, 51 (en contorno en líneas de trazos en la Fig. 7). El bloque 50 conectador tiene una cara inferior curvada, perfilada y está soldado a la periferia de la tubería colectora de entrada 36 para alinear el paso radial 52 en el bloque con una abertura 53 troquelada en la pared de la tubería colectora 36. El paso 52 forma una conexión en T con el paso lateral 54 en el bloque 50, y el paso 54 tiene las roscas hembra 50A en el bloque en cada extremo del mismo para sujetar los racores extremos de la formación serpenteada roscados 51 y 55, respectivamente. El racor 55 es el racor roscado extremo de entrada en la formación serpenteada de la derecha (Fig. 3). Por consiguiente, las dos formaciones de tubo serpenteado para los lados derecho e izquierdo del colector del captador están conectadas a la tubería colectora de entrada 36. Análogamente, los extremos de salida de cada una de estas formaciones de tubo serpenteado están conectados a un bloque 56 conectador (construido igual que el bloque 50), el cual está soldado a la tubería colectora de salida 37 sobre una abertura troquelada en la misma situada a lo largo del colector cerca de su extremo alejado. En la forma descrita para la conexión de entrada, los otros ex-

10

15

20

25

30

5 -tremos terminales de cada una de las dos formaciones de tubo serpenteadas están conectados por ajuste a presión dentro del paso lateral del bloque conector 56, el cual está a su vez conectado interiormente a la tubería colectora de salida 37. El alma interior 59 del aislamiento de baja densidad entre los canales 34 y 35 de tubería formados en el mismo está provista de rebajos similares 60 para recibir los conectadores 50 y 56 de bloque, respectivamente, junto a los extremos opuestos del módulo.

10                   Mediante los acopladores de tubería 57 y 58 pueden ser conectados extremo con extremo cualquier número de tramos de módulo de colector, para conectar el extremo alejado de la tubería colectora de entrada 36 y de la tubería colectora de salida 37, respectivamente, al extremo próximo de los mismos elementos 36, 37 (superpuestos en contorno en líneas de trazos en el lado derecho de la Fig. 3) en el siguiente módulo del colector. En el extremo alejado del último módulo en una instalación, tapas extremas (no representadas) sustituyen a los acopladores de tubería 57 y 58. Con las conexiones que se acaban de describir hechas, se cierran las secciones de colector 30, 31 a lo largo de una línea de costura 120 con solapamiento (Fig. 2). Cada una de las formaciones de tubo serpenteadas se conecta entonces a la tubería colectora de entrada 36 por un extremo y a la tubería colectora de salida 37 por el otro extremo. Un suministro de medio de intercambio de calor líquido en el sistema instalado para utilización de la energía solar captada puede ser conectado, como entrada al captador, en la tubería 36. Un líquido adecuado para esta finalidad es el agua, la cual tiene un elevado

15

20

25

30

5 calor específico. Impulsando flujo del líquido en el sistema, tal como mediante una bomba accionada mecánicamente, se introduce el líquido por la tubería colectora de entrada 36 dentro de cada una de las formaciones serpenteadas de tubo del sistema para flujo sucesivamente a través de cada uno de los tubos 26 en U en los captadores 13 dispuestos a lo largo de un lado de cada módulo. Mediante intercambio de la energía solar captada por los captadores tubulares 13 como calor para el líquido en el tubo cerrado 26, la energía es llevada desde cada una de las formaciones serpenteadas a la tubería colectora de salida 37, la cual está a su vez conectada al sistema que recibe la energía.

10  
15  
20  
25  
30 Las tuberías 36 y 37 son retenidas en un bloque 61 (Fig. 3) de material de aislamiento y se sujeta una tapa extrema conformada 62 sobre la primera cara extrema 63 del colector montado. Un montaje adecuado de la tapa extrema 62 es mediante un adhesivo de caucho de silicona, RTV, el cual cura a la temperatura ambiente. Tales adhesivos se encuentran en el comercio. La tapa extrema 62 está hecha igual que las secciones 30, 31, ya que se moldea un material de hoja de compuesto de moldeo como el revestimiento exterior de alta densidad (32) de la misma, y se forma un núcleo de baja densidad del material de aislamiento de poliuretano esponjado, dándole forma dentro de ese revestimiento o envuelta. Se moldea un rebajo apropiado 61A (representado mediante su contorno en línea de trazos) en el cuerpo de la tapa extrema para recibir el bloque aislador 61 y las partes curvadas de las tuberías 36 y 37. Se dispondrá por supuesto un

aislamiento adecuado alrededor de las tuberías 36, 37 que salen de debajo de la tapa extrema 62, tal como se ha ilustrado en 68 en la Fig. 2, para evitar pérdidas de calor innecesarias en la circulación del líquido a través del sistema.

Como se aprecia mejor en las Figs. 2 y 4, los varios captadores tubulares 13 montados como ya se ha descrito aquí en lo que antecede, se introducen sobre los tubos 26 en U pendiendo hacia fuera desde la abertura del colector en la pestaña 42. El extremo abierto del tubo 13 apoya a tope contra la pared 40 de aislamiento en la parte posterior del receptáculo 29 para tubo en el colector y por ese medio cierra sustancialmente el extremo abierto del tubo captador. La atmósfera dentro del tubo está encerrada y no es turbulenta (espacio de aire no renovado). Esto proporciona el medio para transferir la energía (el calor), absorbida sobre el recubrimiento del tubo 22 dentro de la cámara 27 de captador al tubo 26 en U y, a su vez, al líquido hecho circular por el mismo. La sección de doble pared (18, 22) en el extremo de cada tubo captador 13 es introducida dentro del receptáculo del colector de tal modo que la junta 44 de ojete se aplique anularmente a la superficie exterior del tubo de cubierta 18 en un área de sección transversal del tubo de doble pared que incluye la cámara 24 de vacío anular formada por las dos paredes de vidrio (18, 22). Esto es importante para evitar pérdidas de calor por el captador, por conducción y por convección, es decir, que una parte aislada, encamisada, de vacío del tubo captador 13 está dentro del ojete 44 en el receptácu-

lo de la abertura del colector y obturada por la junta 44.

5 El extremo exterior cerrado 19 del tubo 18 de cubierta del captador está apoyado por la tapa extrema 14 y el soporte 15 de la siguiente manera. El extremo cerrado 19 del tubo 18 de cubierta de vidrio se estrecha preferiblemente hasta una forma sustancialmente cónica que incluye la tubuladura 25 a través de la cual se aspira para hacer el vacío en la cámara anular 10 27 entre las paredes 18 y 22 del tubo. Hay un accesorio extremo de plástico 65 (fig. 4) colocado sobre el extremo del tubo obturado en la parte extrema 19 de vidrio del mismo, el cual protege a la superficie de vidrio contra abrasión, arañazos y maltrato en servicio. Este accesorio incluye la serie de nervios anulares 66 que miran hacia dentro que se aplican al vidrio. El extremo 15 grande abierto del accesorio 65 incluye un ensanchamiento extremo anular, que se proyecta hacia fuera, similar a un anillo, del accesorio. La tapa extrema exterior 14 20 de forma de proyectil está hecha en configuración partida y circunda al accesorio extremo 65 aplicándose a este último firmemente de modo que comprime algo la parte 67 similar a un anillo del accesorio, anularmente contra la superficie de vidrio del tubo de cubierta 18. La parte extrema 14 es retenida en la aplicación que se acaba de describir sobre el soporte extremo 15 de la siguiente 25 manera. El soporte 15 está constituido por sus ramas verticales 71 en ambos extremos longitudinales del mismo. El extremo inferior de la rama 71 está unido con pernos a las vigas 76 del bastidor modular (que se describirá 30

a continuación) por un par de pernos inferiores 16. Abarcando la distancia entre las ramas 71 en ambos extremos del soporte, hay una sección 69 de alma inferior enteriza que incluye las mitades semicirculares espaciadas entre sí de la tapa extrema. Los centros axiales de las tapas extremas están situados coaxialmente con respecto a los centros de los respectivos tubos captadores instalados apoyados por el colector. Primeramente los tubos captadores introducidos sobre los tubos 26 y en los receptáculos 29 para colector descansan en posición sobre la sección inferior de las tapas exteriores truncadas 14. A continuación, se coloca un miembro retenedor superior 73 sobre el labio 72 superior de adaptación de la sección 69. El miembro retenedor 73 incluye mitades truncadas semicirculares correspondientes, las cuales se acoplan o casan con las mitades inferiores semicirculares y forman juntas la tapa extrema 14 para cada tubo captador 13. El miembro retenedor 73 se sujeta firmemente por los extremos a las ramas 71 y a la sección 69 mediante tornillos de cabeza 75. El soporte extremo montado 15 y las tapas extremas circundantes 14 sujetan firmemente en posición a cada tubo captador. En el presente invento no hay exigencia alguna de que la tapa extrema proporcione una carga de compresión axial sobre el tubo captador para retener a éste en el colector, no habiendo aplicada presión interna alguna dentro de la cámara 27 de tubo absorbedor para que tienda a empujar al tubo colector en sentido axial fuera del colector. En consecuencia, la fuerza ejercida en el extremo del tubo captador por el montaje de extremo, que se acaba de describir, solamente tiene que ser suficien-

5

10

15

20

25

30

te para apoyar firmemente el tubo contra vibraciones, como las que pueden ser originadas por fuerzas exteriores, tal como por el viento y por los agentes atmosféricos.

#### CONJUNTO MODULAR

5 El colector 12, los captadores 13 y los apoyos 15 de soporte extremos están incorporados en un conjunto modular, como se ha ilustrado en las Figs. 1-4. Un par de vigas transversales 76 de material estructural, tal como de acero o de aluminio, están situadas paralelas y la sección inferior de colector 31 está atornillada en posición sobre las alas de las vigas mediante espárragos 33A moldeados en las ramas 33. Estas vigas 76 se seleccionan preferiblemente como se dice a continuación. El módulo extremo de una instalación incluye una viga de forma de L en un extremo. Los módulos intermedios se construyen con una viga de forma de T que tiene el alma más ancha en la parte superior de la misma. Los conjuntos de módulo adyacentes tienen las ramas 33 de colector atornilladas sobre la misma alma de la viga en T. Análogamente, el soporte extremo 15 tiene sus ramas 71 unidas con pernos al alma superior de las vigas espaciadas 76. La hoja reflectora 11 está instalada sobre el bastidor 10, tal como el techo de un edificio. Sobre la hoja 11 hay dos soportes 70 de forma de U, cada uno sujeto por un tornillo 74 a través del reflector. Los soportes 70 están instalados como pares alineados para recibir a cada una de las vigas 76 y apoyarlas en forma paralela.

10  
15  
20  
25  
30 Como se ve en las Figs. 1, 2 y 4,

5 cada soporte 70 tiene una ranura 77 en los lados verticales del mismo, la cual recibe un pasador 78. El pasador 78 se introduce a través de un agujero previsto en la posición apropiada en la sección vertical de las vigas 76. Así, las unidades modulares del aparato, después del montaje sobre las vigas 76, son izadas a los soportes 70 y apoyadas por los pasadores 78 acoplados en las ranuras apropiadas 77 de los soportes 70 en U.

10 Esta construcción permite el montaje en el emplazamiento sobre el terreno de todas las partes de un conjunto de módulo del aparato captador solar. Este módulo montado puede ser luego izado a su posición en un emplazamiento de exposición solar de un edificio o estructura y ser allí sujetado en posición. Por  
-15 supuesto, las conexiones de líquido a las tuberías colectoras 36 y 37 se efectuarán después de que el módulo o los módulos estén situados en posición y sujetos juntos. Así, el sistema queda conectado para circulación del líquido a través de las diversas formaciones serpenteadas de tubo por flujo entre las tuberías colectoras de entrada y salida. El caudal del líquido en la estructura (o edificio) de instalación, estará limitado al volumen de las tuberías colectoras y del tubo serpenteado de la instalación particular. Este volumen es menor en peso que el de los  
20 captadores a base de líquido utilizados hasta el presente, en los cuales un flujo de líquido a través del sistema llenaba los tubos absorbedores y los colectores en todo momento. Además, la rotura de un captador de tubo del módulo no dará por resultado la pérdida de líquido ni la avería del módulo. Puesto que el líquido está encerrado  
25  
30

en este circuito de tubo serpenteado y en las tuberías colectoras, se resuelve el problema de la pérdida de líquido o de los daños en potencia originados por el líquido derramado.

5 Además, el sistema cerrado para líquido en el presente invento permite el diseño de unidades de muy alta presión -de hasta  $210 \text{ kg/cm}^2$ - y a muy elevadas temperaturas -del orden de los  $871^{\circ}\text{C}$ - haciendo posible el uso del aparato captador solar en aplicaciones de generación de energía eléctrica.

10

#### SEGUNDA REALIZACION

Como se ha ilustrado en las figuras 10-12, la disposición serpenteada de tubo 260 puede ser construida de tal modo que las ramas 261 y 262 que penden, cuelguen hacia fuera desde la sección de conector del tubo 263 en una relación de por encima y por debajo. La parte de codo en U de inversión 264 del tubo en el extremo alejado de cada tubo en U está retorcida, es decir, que la sección 263 está por un extremo en un plano a  $90^{\circ}$  del plano del codo 264. Por consiguiente, la formación serpenteada de tubo, la cual, en la primera realización, está dispuesta principalmente a lo largo de un plano, tiene en esta construcción serpenteada el tubo en U curvado en dos planos en ángulo recto entre sí (véase la Fig. 12).

15

20

25

Esta forma del invento tiene ventajas al proporcionar una caída o bajada para el líquido en los tubos en U, para drenarlos si se desea. Las características de actuación y el rendimiento del captador

30

siguen siendo aproximadamente los mismos que en la primera realización. El montaje de la formación serpenteada de tubo en los captadores 13 de tubo de vidrio de doble pared, es el mismo que antes. Puede haber necesidad de  
5 revisar los recortes en la matriz del colector (que se ven mejor en 38, 39 en la Fig. 3) utilizados en la primera realización, para que se correspondan con esta modificación. Esencialmente, el resto del aparato del invento descrito aquí en lo que antecede sigue siendo el mismo.  
10

En el concepto de módulo aquí descrito e incluido en la realización preferida, se utilizan captadores de energía solar tubulares que penden de  
15 de ambos lados longitudinales del colector. Queda también dentro del alcance del invento disponer el colector de tal modo que los captadores penden a lo largo de solamente un lado del mismo. Además, el colector puede ser estructurado según este invento en una forma distinta a la de una figura recta alargada, en el caso de que  
20 una estructura o instalación para exposición solar particular fuese más adecuada a una modificación de este tipo.

Se puede recurrir igualmente a  
25 otras modificaciones, sin desviarse del espíritu ni rebasar el alcance de las reivindicaciones que se acompañan.  
30

## - REIVINDICACIONES -

1

5

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10

15

20

25

30

1ª.- Un aparato perfeccionado captador de energía solar, modular que comprende: un par de vigas paralelas espaciadas; unos medios de colector alargado dispuestos entre dichas vigas; medios que conectan el colector a cada una de las vigas entre sus extremos; una pluralidad de captadores solares tubulares alargados colocados en disposición de espaciados por igual en lados opuestos de dicho colector, estando un extremo de cada uno de los captadores introducido en aplicación para funcionamiento con el colector y apoyado por éste; medios de apoyo extremo dispuestos en oposición en relación de espaciados en lados opuestos del colector y que se aplican a los extremos exteriores de los captadores para apoyar en ellos firmemente a los captadores, situando los medios de apoyo extremo y el colector a los captadores tubulares sustancialmente paralelos a dichas vigas, comprendiendo dichos medios de apoyo extremo a uno y otro lado del colector un conjunto de soporte alargado sujeto a cada una de las vigas paralelas y que incluye un miembro de soporte inferior enterizo; apoyos de captador espaciados, semicirculares, vueltos hacia arriba, perfilados para encajar a dichos -

1 captadores espaciados a lo largo de dicho elemento de soporte inferior en correspondencia con dicho espaciamiento de los captadores; y un elemento de soporte superior alargado que tiene apoyos de captador espaciados, semicirculares, 5  
vuelto hacia abajo, perfilados en correspondencia con dichos apoyos vuelto hacia arriba y medios para conectar de modo soltable dicho elemento superior sobre dicho elemento inferior para circundar a los captadores mediante dichos apoyos semicirculares combinados de los mismos, para apoyar firmemente los extremos cerrados de los mismos en posición de funcionamiento. 10

2ª.- Un aparato según la reivindicación 1ª, que incluye una tapa extrema sobre el extremo cerrado de cada uno de dichos captadores tubulares, estando dicha 15  
tapa extrema aplicada con, y circundada por, dichos elementos de soporte superior e inferior y comprimida por ellos anularmente contra el exterior de los captadores tubulares.

3ª.- Un aparato según la reivindicación 2ª en el cual cada una de las tapas extremas sobre los captadores tubulares comprende una copa tronco-cónica de plástico que tiene una pluralidad de aletas dirigidas radialmente hacia dentro en la superficie interior de la misma, aplicándose dichas aletas a la superficie a lo largo de 20  
la parte extrema cerrada del captador.

4ª.- Un aparato según la reivindicación 3ª, en el que cada uno de los captadores comprende un tubo de cubierta de vidrio transparente que tiene un extremo cerrado que se estrecha, sustancialmente tronco-cónico. 25

5ª.- Un aparato perfeccionado captador de 30

1 energía solar, modular.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

5 Esta Memoria consta de treinta y dos hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 09.FEB.1978

P.A.

10

**Alberio de Elizaburu**  
For Forster



15

20

25

30

01028

JL

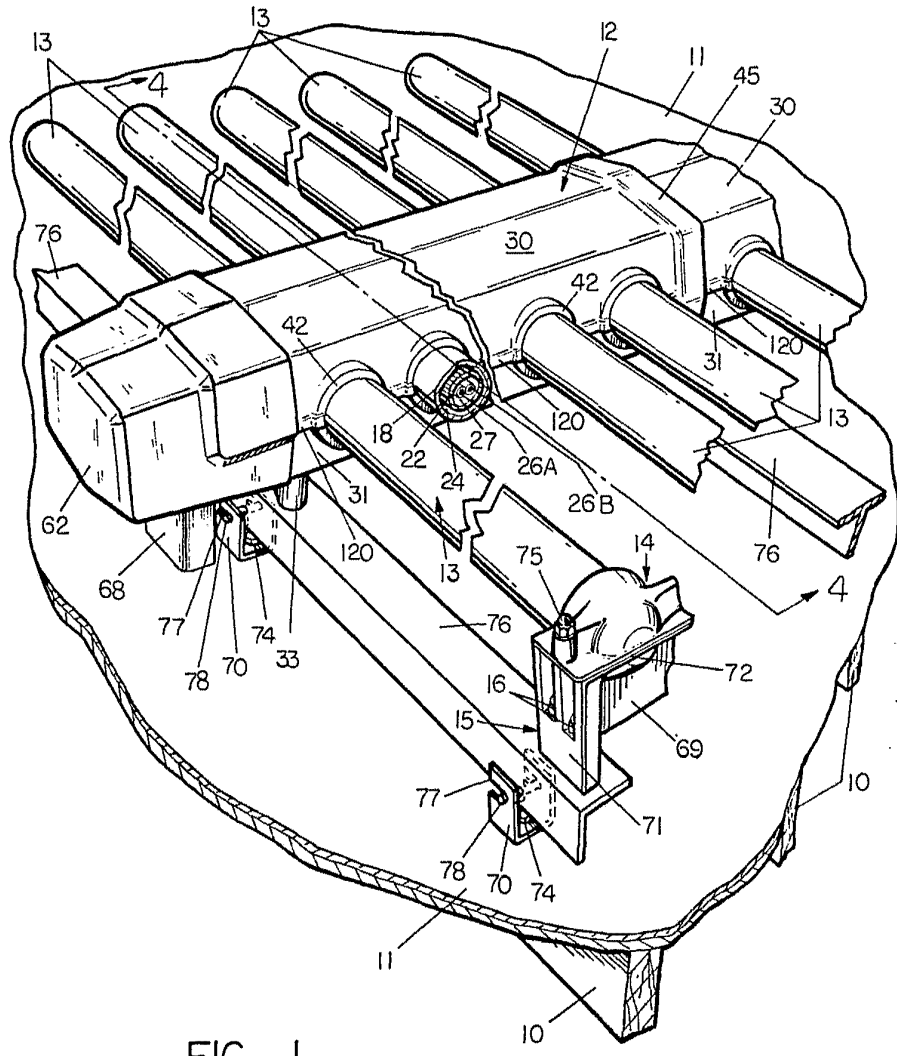


FIG. 1

Alberto de Elizaburu  
Por Poderes

68111

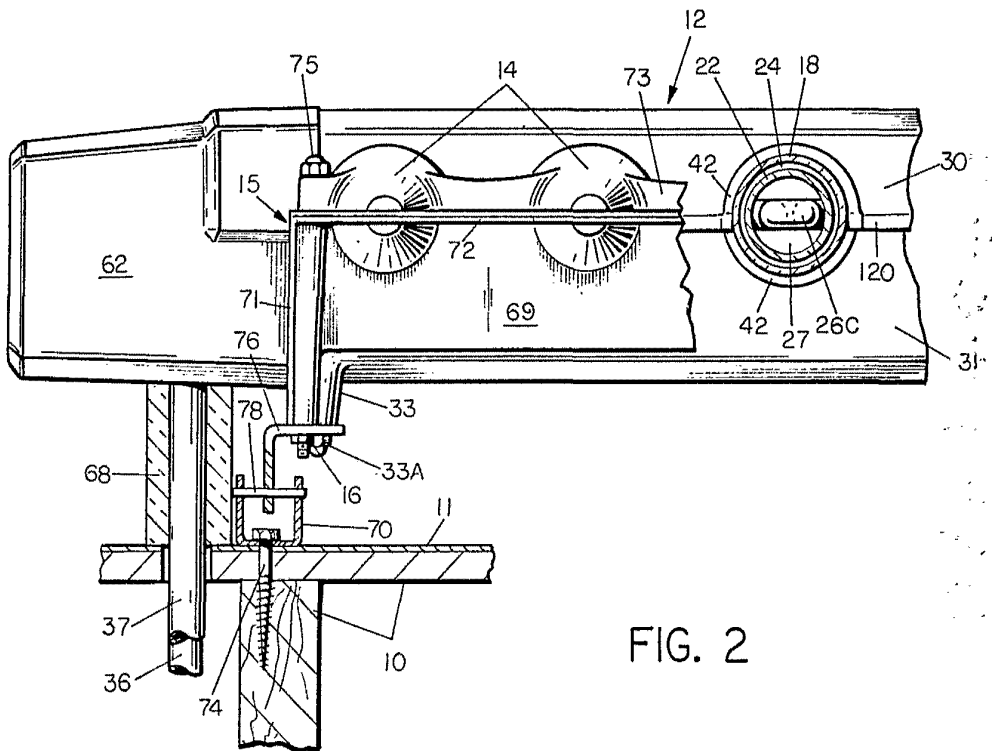


FIG. 2

Alberto de Elizaburu  
Por Power,

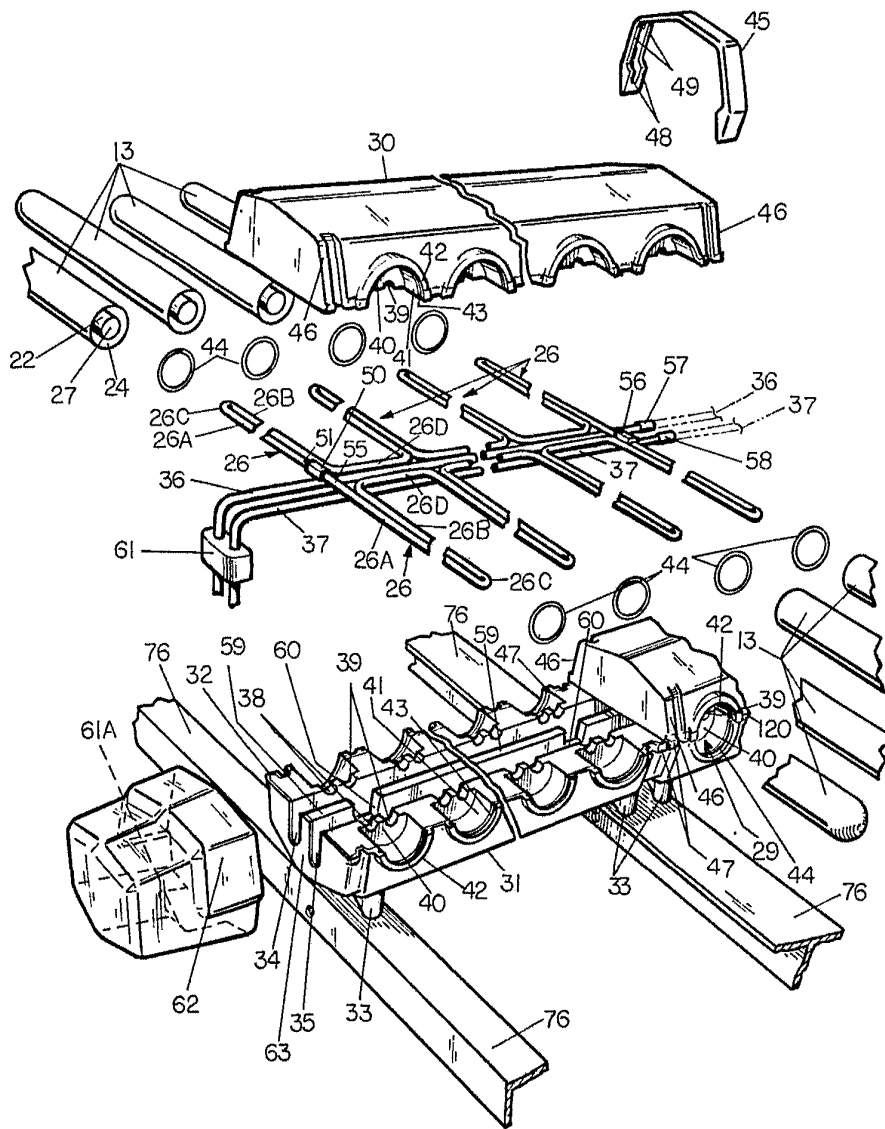


FIG. 3

Alberto de Elzaburu  
Por Poder,

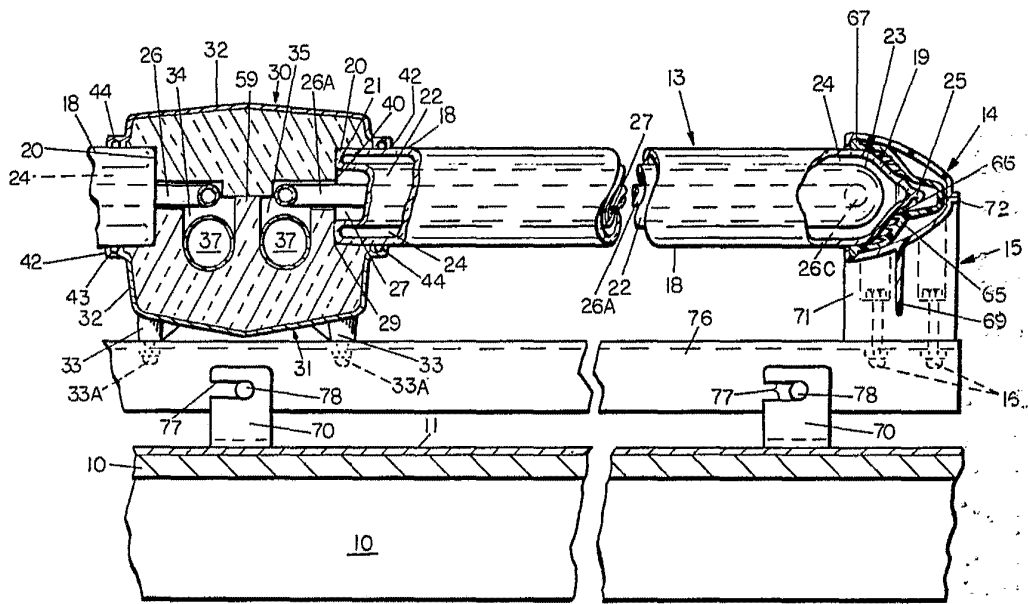
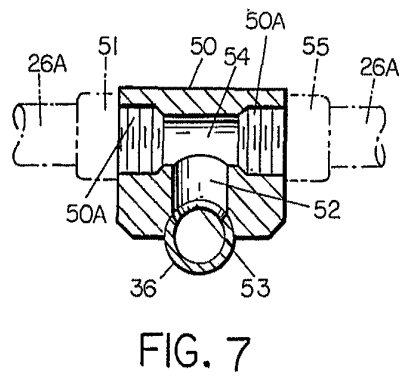
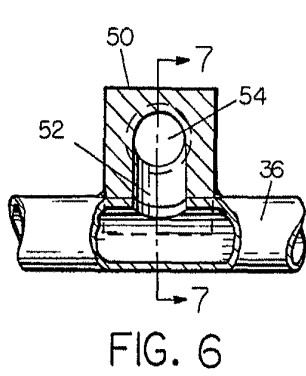
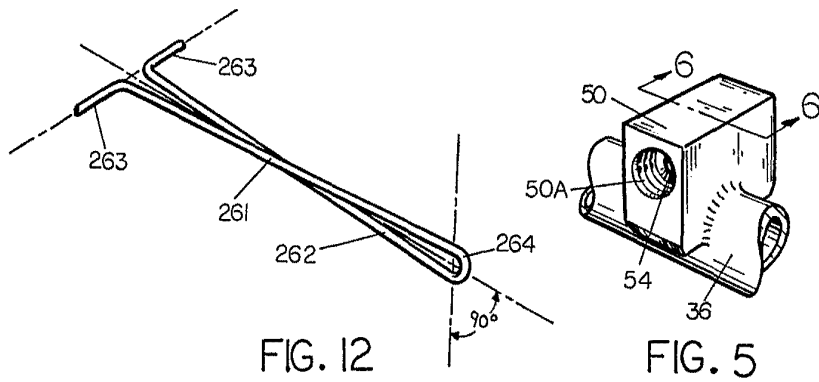
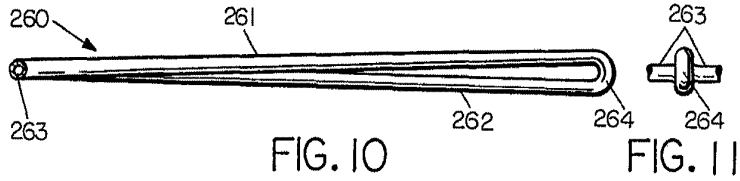


FIG. 4

Alberto de Elzaburu  
Por Poder,



Alberto de Elizaburu  
For Patent