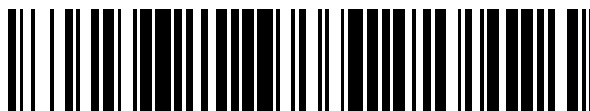


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 398 405**

51 Int. Cl.:

**F24J 2/05** (2006.01)

**F24J 2/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.09.2008** **E 08807772 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.10.2012** **EP 2326888**

54 Título: **Sistema de colector solar de campo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**15.03.2013**

73 Titular/es:

**ÇAPAN, RAHMI OGUZ (100.0%)**  
**Beyaz Ev Sok. N[deg] 5, Armutalan**  
**48700 Marmaris, TR**

72 Inventor/es:

**ÇAPAN, RAHMI OGUZ**

74 Agente/Representante:

**ARPE FERNÁNDEZ, Manuel**

**ES 2 398 405 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**

Sistema de colector solar de campo

Campo de la técnica

5 **[0001]** Esta invención se refiere a los desarrollos en los colectores en forma cilindro-parabólica que concentran la luz solar en el eje de un foco, convirtiéndola en otras formas de energía tales como calor y electricidad.

Estado de la técnica

10 **[0002]** Actualmente, los colectores cilindro-parabólicos (sistema de colector solar de campo) son utilizados para captar la energía solar a fin de obtener de esta electricidad y calor. Estos sistemas comprenden largos reflectores parabólicos con forma cilindro-parabólica, tubos de recepción térmica que son situadas en el foco de los reflectores donde los rayos que vienen desde los reflectores son captados y en el que hay un fluido, y un sistema de rotación que alinean los reflectores con el sol. Los rayos que llegan a los recolectores que están dirigidos hacia el sol son reflejados y captados en los tubos de recepción térmica que están situados en el foco del reflector. El tubo de recepción térmica esta provisto con dos tubos dentro donde una disposición de vacío esta situada en el espacio entre ellos. Un fluido que proporciona la transferencia de calor, se pasa a través del tubo interior. El tubo exterior está fabricado de vidrio. Mediante la concentración de los rayos que llegan desde los reflectores en el tubo de recepción térmica, este tubo logra temperaturas muy altas; de esta manera, el fluido situado en el tubo interior puede ser calentado. La energía térmica puede ser convertida en la energía eléctrica, cuando se desee, por medio de estos fluidos que logran temperaturas altas.

20 **[0003]** Los colectores solares de campo existentes del tipo de tecnología de energía térmica tienen problemas de diseño que causan pérdida de eficiencia termodinámica y un aumento de los costes de fabricación, instalación, funcionamiento y mantenimiento: Estos problemas de diseño son los siguientes:

25 **[0004]** Por su naturaleza, una parábola reflectante debe recibir la incidencia solar en un ángulo perpendicular a su apertura a fin de ser capaz de concentrarla en su punto focal. Ya que el radio de la tubería de recepción térmica (alrededor de 8 cm) situada en el punto focal de la parábola es relativamente pequeño en comparación con la apertura de la parábola (alrededor de 570 cm), incluso pequeños desplazamientos desde su posición perpendicular causan que la calidad de la concentración baje y que finalmente pierda la tubería de recepción térmica. Por tanto, se requiere que el "colector cilindro-parabólico" siga de forma precisa el sol todo el día a una velocidad equivalente a la de la rotación de la tierra (0,004 grados/segundos. o 0,25 grados/minuto.).

30 **[0005]** Todos los diseños actuales están basados en la colocación del centro de rotación en el centro gravitacional del peso total de todas las partes giratorias. Esto se hace para reducir la cantidad de energía requerida para la rotación.

35 **[0006]** Sin embargo, ya que el "centro de rotación" y el "punto focal" (B) de la parábola no están superpuestos en estos sistemas, como se muestra en la figura 1, la tubería de recepción térmica tiene que ser girada todo el día para mantenerla en el punto focal de la parábola (B) que está moviéndose continuamente. Esto a su vez requiere que la tubería de conexión de extremos que conectan la tubería de recepción térmica en movimiento con la conducción de vapor estacionaria en el suelo deba de ser flexible.

40 **[0007]** Los sistemas de colectores solares de campo que son construidos por L U Z en California (USA) pueden ponerse como un ejemplo de estos sistemas. En los sistemas de L U Z, los reflectores parabólicos que son muchos metros más largos que los tubos de recepción térmica que están situados en sus focos son rotados conjuntamente. El problema más fundamental de este sistema es que los tubos de recepción térmica que están fabricados con un material frágil son móviles. En tanto que los tubos de recepción térmica sean móviles, serán objeto de mayor carga de par y son utilizadas manijas flexibles en las conexiones de los puntos de comienzo y final de los reflectores parabólicos con los tubos fijos. Los tubos de recepción térmica que son objeto de la carga de par tienen mayores posibilidades de romperse. Por otro lado, se entiende que las conexiones de mangueras flexibles no es un sistema seguro ya que la temperatura del fluido que es transferido dentro del tubo de recepción térmica es de 300 a 45 500°C. Además, se ha averiguado de las observaciones de campo que la estructura de armazón, que soporta los espejos parabólicos, es también débil contra el par y el movimiento de carga que actúa debido a la unidad de tracción y al viento. Debido a estas cargas, los reflectores parabólicos se rompen frecuentemente, causando por tanto el aumento de coste de funcionamiento.

50 **[0008]** Por tanto, después de varias pruebas tuvieron que cambiar de "Direct Steam Generation [generación de vapor directa]" (DSG) a utilizar aceite como el "heat transfer fluid" (líquido de transferencia térmica). Aunque el aceite caliente no tiene las dinámicas del vapor, las mangueras seguían rompiéndose ocasionalmente, derramando aceite en los colectores parabólicos cubiertos de espejo. El aceite caliente es luego bombeado a la estación central donde se pasa a través de intercambiadores térmicos para generar vapor desde los depósitos de agua. Sin embargo esta 55 operación en dos etapas resulta en pérdidas termodinámicas hasta del 15%.

**[0009]** Debido a los problemas encontrados en el sistema de LUZ anteriormente indicado, se inicia el proyecto EUROTROUGH apoyado por la Unión Europea. En el ámbito de este proyecto, la parte inferior de los reflectores parabólicos están sustentados por una estructura de armazón que pueda resistir más contra el par y la carga de movimiento, y hay tubos móviles no flexibles unidos a las uniones giratorias en los puntos de conexión de los tubos de recepción térmica móviles con los tubos fijos. Aunque el sistema de armazón que es desarrollado por EUROTROUGH es más seguro que el sistema de LUZ, no se pudieron eliminar completamente los problemas de roturas de los tubos de recepción térmica. Se entiende a partir de las observaciones de campo, que la posibilidad de rotura de los tubos de recepción térmica solo se reduce en cierta medida ya que en este sistema son móviles también. Además, también se ha revelado a partir de las observaciones de campo que el fluido caliente se fuga frecuentemente de estas conexiones de los tubos de recepción térmica que comprenden puntos de conexión de articulación rotatoria.

**[0010]** Otro problema de diseño que existe en las tecnologías actuales puede verse en la figura 2, que muestra que la conexión entre los tubos de vidrio (2) y las tuberías receptoras térmicas metálicas (103). En las tecnologías actuales el tubo de vidrio (102) es conectado a las tuberías receptoras térmicas metálicas (103) desde ambos extremos por una unidad de dilatación metálica (101). Estas partes metálicas son conectadas a los tubos de vidrio (102) por medio de una técnica especial de soldado láser. El vacío es formado en el anillo de la tubería metálica (103) y del tubo de vidrio (102) durante el proceso de soldado. Después estas unidades son soldadas conjuntamente para formar la longitud total del elemento de recepción térmica. Sin embargo:

- Cuando el agua alcanza temperaturas por encima de 300° C, se escapa un poco de hidrógeno del agua y pasa a través de la tubería de vapor a la zona de vacío. Ya que hay presión atmosférica en el exterior, el hidrógeno permanece en el anillo al vacío y causa que el vacío baje gradualmente. Para prevenir esto, se desarrolla una barra metálica especial denominada “desgasificador (getter)” y es situada en el interior de tubo de vidrio. Sin embargo, el desgasificador tiene una capacidad específica de absorber hidrógeno. Esta es una de las razones importantes de porque los diseños actuales han vuelto a utilizar aceite como fluido de transmisión térmica en lugar de lograr el deseado generación de vapor directa.

-Las partes metálicas de dilatación soldadas al vidrio tienen una resistencia muy baja al calor. Por tanto, reduce gradualmente la conexión especial del tubo de vidrio.

-La pieza metálica de dilatación conduce inevitablemente parte de la vibración y el par creado por las partes metálicas a los tubos de vidrio, causando que estos se rompan.

**[0011]** Existe un problema adicional de diseño en separadores de alta presión (se pueden ver en la figura 24). Ya que los ensamblajes de recepción térmica (tubería metálica, tubos de vidrio etc.) son situados horizontalmente, dependiendo de la cuantía de caudal de entrada de agua (45), un parte del agua (46) a través de la tubería no llega a hacerse vapor (47). Por tanto la descarga, especialmente desde algunas de las primeras unidades, contiene agua caliente (46) así como vapor (47). Esto también impide que el vapor (47) sea seco que es necesario para las turbinas de vapor. Para tratar con esto, los sistemas de la técnica anterior utilizan separadores de alta presión en la descarga de las pocas primeras unidades colectoras parabólicas. El agua separada por este separador es devuelta al flujo de entrada, recirculándola hasta que llega a hacerse vapor completamente. Sin embargo esto aumenta la ineficiencia del sistema, así como añade costes al sistema.

**[0012]** El documento de la técnica anterior EP 17 87067 revela un sistema de colector solar en donde un tubo corrugado, un fuelle de dilatación o una membrana enrollada son utilizados para compensar la dilatación de los tubos.

**[0013]** El documento de la técnica anterior WO 98/38457 A revela un conducto de absorción para prevenir que el líquido pase a través del conducto pero que permite la transición al gas. Dicho conducto comprende una sección elevada para evitar el movimiento del líquido. El sistema del documento WO 98/38457 A es útil para sistemas de conductos estáticos.

**[0014]** La presente invención proporciona un sistema de colector solar de campo que supera los problemas de diseño anteriormente indicados con un aumento de la eficiencia y reduce los costes de fabricación, instalación y mantenimiento reducidos.

#### Resumen de la invención

**[0015]** De acuerdo con la presente invención; que revela los desarrollos en los colectores solares con reflectores parabólicos, que rotan alrededor de un tubo de recepción térmica fijo; el sistema de colector solar de campo comprende;

**[0016]** Un “un sistema conector de tubo de vidrio y junta estanca al vacío” que permite a la tubería de recepción térmica dilatarse y moverse libremente dentro y de forma independiente del tubo de vidrio, proporciona un cierre al vacío y proporciona soporte a la totalidad del elemento de recepción térmica;

[0017] Una “unidad de dilatación flexible” situada en el extremo de cada unidad de colector parabólico, que proporciona un cierre al vacío mientras la tubería de recepción térmica es movida libremente debido a la dilatación térmica.

5 [0018] Un tubo vertical situado en el lado de descarga de la unidad de colector parabólico, que puede ser utilizado en lugar del separador a ras de suelo y que proporciona simultáneamente para la dilatación térmica de la tubería de recepción térmica.

[0019] Un cortavientos para envolver el colector solar de campo para desviar el viento por encima de los colectores parabólicos.

10 [0020] Un soporte semicircular y una estructura giratoria que soporta los reflectores parabólicos y proporcionan una protección eficaz mientras que al mismo tiempo permite un sistema simple para seguir el sol.

#### Objeto de la Invención

15 [0021] El objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de colector solar de campo (con reflectores parabólicos rotando alrededor de un tubo de recepción térmico fijo) teniendo un “un sistema conector de tubo de vidrio y junta estanca al vacío” que permite a la tubería de recepción térmica dilatarse y moverse libremente dentro y de forma independiente del tubo de vidrio y proporciona un cierre al vacío y proporciona al mismo tiempo soporte a la totalidad del elemento de recepción térmico.

[0022] Otro objeto de la invención es utilizar una unidad de dilatación flexible para proporcionar cierre al vacío después del último ensamblaje conector de tubo de vidrio en la parte de descarga del colector parabólico, mientras la tubería de recepción térmica es movida libremente debido a la dilatación térmica.

20 [0023] Otro objeto de la invención es utilizar un bucle vertical entre los colectores parabólicos sucesivos (situados en el lado de descarga de las unidades de colector parabólico) para proporcionar factor de dilatación térmica para la tubería de recepción térmica y también para evitar que el agua restante (que no se ha evaporado) pase a la siguiente tubería y a que permanezca en la tubería de recepción térmica hasta que llegue a ser vapor.

25 [0024] Otro objeto de la invención es resolver el problema de la carga del viento y prevenir el problema de la rotura del espejo causado por la carga del viento, mediante la utilización de un cortaviento para envolver el colector solar de campo para desviar el viento por encima de los colectores parabólicos.

[0025] Otro objeto de la invención es reducir los gastos de mantenimiento y recambio; que se aumentarían en caso de rotura de los tubos de vidrio; con la ayuda del “sistema conector de tubo de vidrio”.

30 [0026] Otro objeto de la invención es utilizar un “sistema conector de tubo de vidrio” para proporcionar una cámara de vacío continuo para la totalidad de la longitud de la unidad de colector parabólico, permitiendo para creación y mantenimiento repetido del vacío desde una sola válvula situada en cualquier extremo de la unidad de colector parabólico, eliminando la necesidad actual de utilización de la barra desgasificadora para absorber hidrógeno.

#### Breve descripción de los dibujos

35 [0027] El sistema de colector solar de campo de acuerdo con la presente invención es mostrado en los dibujos adjuntos en los que:

La figura 1 muestra el diseño de colector solar de campo del estado de la técnica anterior.

La figura 2 muestra la conexión del tubo de vidrio y de tubería de recepción térmica metálica de la técnica anterior.

La figura 3 muestra la totalidad del sistema conector de tubo de vidrio y junta estanca al vacío

La figura 4 muestra vistas frontal y lateral de la unidad cerámica.

40 La figura 5 muestra la conexión de las dos mitades de la unidad cerámica.

La figura 6 muestra vistas frontal y lateral de la unidad de silicona.

La figura 7 muestra vistas frontal y lateral de la protección térmica y UV de la unidad de silicona.

La figura 8 muestra la conexión de tubo de vidrio y la unidad de silicona.

La figura 9 muestra la unidad de soporte metálica estacionaria.

45 La figura 10 muestra la unidad de soporte giratorio y alojamiento.

Las figuras 11 a 19 muestran las etapas de instalación de la totalidad del sistema de conector de tubo de vidrio.

La figura 20 muestra la conexión de la unidad de dilatación flexible.

La figura 21 muestra la conexión de la unidad de dilatación a la tubería de recepción térmica.

La figura 22 muestra la unidad de dilatación flexible.

La figura 23 muestra las posiciones contraídas y dilatadas de la unidad de dilatación.

5 La figura 24 muestra la necesidad de separadores de alta presión en los sistemas de la técnica anterior.

La Figura 25 muestra el diseño simple del bucle vertical.

La figura 26 muestra el diseño de bucle vertical.

La figura 27 muestra el cortavientos.

10 La figura 28-a muestra las pérdidas en los lados de entrada y salida de la unidad receptora térmica en los sistemas de la técnica anterior.

La figura 28-b muestra tubos de vidrio adicionales en el lado de descarga.

La figura 29 muestra una estructura giratoria soportando el panel de espejo parabólico.

La figura 30 muestra la estructura giratoria soportando el panel de espejo parabólico en diferentes posiciones.

15 **[0028]** La parte en la figuras están numeradas una a una y los términos correspondientes de estos números se dan a continuación.

Centro de gravedad de todas las partes giratorias (A)

Punto focal de la parábola (B)

Apertura de la parábola (C)

Unidad de dilatación metálica (101)

20 Tubo de vidrio (102)

Tubería de recepción térmica (103)

Desgasificador (104)

Punto de soldado (105)

Tubería de recepción térmica (1)

25 Tubo de vidrio (2)

Aislante (3)

Unidad de sellado (silicona) (4)

Mitad superior de la estructura de soporte giratorio (5)

Mitad inferior de la estructura de soporte giratorio (6)

30 Elemento receptor de calor, HRE (D)

El sistema conector de tubo de vidrio y junta estanca a vacío (E)

Unidad cerámica (7)

Mitades de unidad cerámica (8)

Juntas de rotula (9)

35 Perno (10)

Bola (11)

Cara posterior de unidad de silicona (12)

- Cara anterior de unidad de silicona (13)
- Labio externo (14)
- Parte en forma tipo brida (15)
- Ranura (16)
- 5 Cara posterior aislante (17)
  - Unidad metálica de soporte estacionaria (18)
  - Perno (19)
  - Anilla en forma de U
  - Soporte giratorio y unidad de alojamiento (21)
- 10 Bisagra (22)
  - Ensamblaje de bolas de alineamiento / ruedas (23)
  - Conector (24)
  - Juntas de cierre al vacío (25)
  - Anilla metálica (26)
- 15 Anilla metálica (27)
  - Perno (28)
  - Unidad de dilatación flexible (29)
  - Soplador (30)
  - Anilla metálica (31)
- 20 Boquillas roscadas atornilladas (32)
  - Bridas atornilladas/abulonada (33)
  - Anilla flexible (34)
  - Anilla de silicona (35)
  - Junta (36)
- 25 Anilla metálica (37)
  - Perno (38)
  - El ultimo ensamblaje conector de tubo de vidrio (39)
  - El ultimo tubo de vidrio unido a la unidad de dilatación flexible (40)
  - Ensamblaje conector (41)
- 30 Anclaje de la tubería de vapor (42)
  - Pata de soporte (43)
  - Pata de soporte (44)
  - Cuantía de caudal de entrada (45)
  - Agua caliente (46)
- 35 Vapor (47)
  - El último tubo de vidrio y unidad de dilatación (48)
  - Anclaje corredizo (49)

Anclaje fijo (50)

Tubo de vidrio del siguiente colector parabólico (51)

Separador y bucle de dilatación de calor (52)

Cortavientos (53)

5 Colector parabólico (54)

Viento (55)

Lado de entrada (56)

Lado de salida (57)

Tubo de vidrio adicional (58)

10 Cimientos (59)

Estructura estacionaria (60)

Estructura giratoria (61)

Superficie parabólica cubierta por espejo (62)

La cuerda es fijada a la estructura rotativa (63)

15 Cuerda para el sistema rotativo (64)

Estructura estacionaria semicircular (65)

Ruedas (66)

Descripción detallada de la invención

20 **[0029]** Sistema de colector solar de campo de acuerdo con la invención que comprende múltiples reflectores parabólicos; un tubo de recepción térmica, cuyo centro coincide con el foco de los reflectores parabólicos y que consiste en una tubería de recepción térmica (1) y un tubo de cristal (2) que están alojados dentro (el tubo de vidrio envuelve la tubería receptora térmica desde fuera); un sistema conector de tubo de vidrio y junta estanca a vacío (E) que conecta los tubos de vidrio (2) y tubería de recepción térmica (1); unidad de Soporte giratorio (21), que conecta el panel parabólico al sistema conector de tubo de vidrio y junta estanca a vacío (E) y que permite que la tubería receptora térmica (1) estar fija mientras el panel parabólico gira alrededor suya; "unidad de dilatación flexible" (29) situada en el extremo de cada unidad de colector parabólico que proporciona cierre al vacío mientras la tubería de recepción térmica (1) se mueve debido a la dilatación térmica; y un bucle vertical (52) situado en el lado de descarga de la unidad parabólica, que puede ser utilizada en lugar de un separador de agua y que también permite la dilatación térmica de la tubería de recepción térmica (103).

30 **[0030]** La figura 3 muestra la totalidad del "sistema conector de tubo de vidrio y junta estanca al vacío" (E) que conecta los tubos de vidrio (2) y tubería de recepción térmica (1). Este sistema tiene tres funciones, estas son; permitir a la tubería de recepción térmica (1) dilatarse y moverse libremente dentro de e independientemente del tubo de vidrio (2); proporcionar cierre al vacío; y proporcionar soporte a la totalidad del elemento de recepción térmica (D). El sistema de tubo de vidrio y junta estanca a vacío (E) también proporciona una cámara de vacío continuo para la totalidad de la longitud de la unidad de colector parabólico, permitiendo desde una sola válvula la creación y el mantenimiento repetido del vacío situada en cualquier extremo de la unidad de colector parabólico, eliminando la necesidad actual de utilización de la barra desgasificadora para absorber hidrogeno. Este sistema también reduce los costes de mantenimiento y recambio; que se aumentaran en caso de rotura de los tubos de vidrio (2).

40 **[0031]** El sistema conector de tubo de vidrio y junta estanca a vacío (E) comprende una unidad cerámica (7) que permite a la tubería de recepción térmica (1) dilatarse y deslizarse libremente sobre las bolas (11) situadas en el centro de la unidad cerámica (7) y proporciona aislamiento térmico entre la tubería de recepción de calor (1) a ser situada en centro y el tubo de vidrio (2); una unidad de silicona (4) que proporciona cierre al vacío alrededor del tubo de vidrio (2) y que proporciona suficiente flexibilidad para proteger el tubo de vidrio (2) de las vibraciones y fuerzas de flexión que puedan producirse en las partes metálicas; una unidad de protección contra calor y UV (3) para proporcionar aislamiento térmico y de radiación UV a la unidad de silicona (4); y una unidad de soporte estacionaria (18) para proporcionar la base para todas las unidades de conexión de tubo de vidrio

45 **[0032]** En las figuras 4 y 5, la unidad cerámica (7) se muestra en detalle; La unidad cerámica (7) consiste en dos partes cilíndricas huecas (8). En la parte de cada mitad (8), hay una pluralidad de juntas de rotula (9)

(preferiblemente 6 juntas de rotula); 6 bolas (11) están alojadas entre las dos mitades de la unidad cerámica (7), en el interior de dichas juntas de rotula (9), formando una especie de cojinete; dichas dos mitades (8) de la unidad cerámica (7) son pegadas mutuamente, asegurando que el pegamento no lleve cerca de las bolas (11), después de que las bolas (11) se sitúen entre las mitades (8); además de pegadas, dichas mitades cerámicas (8) son también atornilladas para proporcionar soldadura adicional. Las bolas (11) están fabricadas preferiblemente de cerámica, aunque puede utilizarse otros materiales.

**[0033]** La figura 6 muestra vistas frontal y lateral de la unidad de silicona (4). La unidad de silicona (4) tiene una forma de cilindro hueco, en el que la cara trasera (12) de este cilindro hueco se extiende con un diámetro mayor a fin de proporcionar una forma tipo brida (15); existiendo en la cara delantera (13) de la unidad de silicona (4) una ranura circular (16); el labio externo (14) de la unidad de silicona (4) se mantiene de espesor fino para aumentar su flexibilidad para así cuando se aplica el vacío dentro del tubo de vidrio (2), la presión atmosférica causará su cierre en la superficie exterior del tubo de vidrio (2), proporcionando un cierre al vacío fuerte. El material de esta unidad necesita ser seleccionado para permitir un buen cierre en el vidrio, ser flexible a altas temperaturas y tener una vida funcional larga. Para este propósito se ha seleccionado un material de silicona especial para la unidad piloto, pero puede ser de algún otro material que cumpla los mismos requisitos.

**[0034]** Incluso el silicona especial diseñado para uso en altas temperaturas, es sensible a la luz ultravioleta (UV). Por tanto debería ser sombreado de la luz solar. Esto es especialmente importante en la superficie interna de la unidad de silicona donde le pueden dar los rayos concentrados. Una unidad aislante flexible (3) es utilizada para deslizar y cubrir la cara interna, que también proporciona algo de aislamiento contra la transferencia de calor radiante a través del vacío a la unidad de silicona (4). Las vistas frontal y lateral de la unidad de protección térmica y de UV (3) se muestran en la figura 7. Como se puede ver en esta figura, de protección térmica y de UV (3) tiene una forma cilíndrica hueca, donde la cara trasera (17) de este cilindro hueco se extiende con un diámetro mayor a fin de cubrir la cara anterior (13) de la unidad de silicona (4) y proporciona un mejor aislamiento. Esta unidad puede ser fabricada de cualquier material que no reaccione químicamente cuando es sometido a la luz y calor, preferiblemente se utiliza lana cerámica.

**[0035]** En la figura 8, se muestra la conexión del tubo de vidrio (2) y la unidad de silicona (4). El aislante de UV (3) es situado en la parte hueca, y el tubo de vidrio (2) es deslizado en la ranura (16) de la unidad de silicona (4)

**[0036]** La figura 9 muestra vistas lateral frontal de la unidad metálica de soporte (18). Como se puede ver en la figura 9, la base de la unidad metálica de soporte (18) es una anilla circular, con sus labios exteriores formando una anilla en forma de U cilíndrica (20). Los pernos (19) a los que serán ajustados las juntas, las anillas metálicas y la piezas de silicona son soldadas a la pieza metálica de esta unidad metálica de soporte metálica (18) para eliminar las tuercas en el interior de la anilla en forma de U (20) donde estarán las ruedas de alineamiento y/o las bolas de alineamiento.

**[0037]** En la figura 10, se muestran las vistas lateral y frontal del soporte giratorio y unidad de alojamiento (21). Esta unidad comprende un ensamblaje de bolas de alineamiento (o ruedas) (23) que proporciona una guía multidireccional para este soporte giratorio (21) y una unidad de alojamiento para deslizar alrededor del sistema conector de tubo de vidrio y junta estanca al vacío (E); la bisagra (22) para permitir a la mitad superior de esta unidad de soporte (21) abrirse mientras los tubos de vidrio (2) son instalados y con la ayuda de esta bisagra (22), después de que la instalación de los tubos de vidrio (2) ha sido completada, la mitad superior de esta unidad de soporte (21) es cerrada y fijada a la mitad inferior; un conector (23) a la pata de soporte que está unido al colector parabólico.

**[0038]** La instalación de la totalidad de sistema de conector de tubo de vidrio y junta estanca al vacío (E) se explica a partir de las figuras 11 a 19.

Las etapas son las siguientes:

1. La unidad metálica de soporte estacionaria (18) es deslizada en la tubería de recepción térmica (puede verse en la figura 11).

2. La unidad cerámica se desliza sobre la tubería de recepción térmica (1) y ajustada dentro de la unidad metálica de soporte estacionaria (18). (Figura 12)

3. Las juntas de cierre al vacío (25) son ajustadas en los pernos (19) en ambos lados la unidad metálica de soporte (18). (Figura 13).

4. Las anillas metálicas (26) son ajustadas en los pernos (19) en ambos lados la unidad metálica de soporte (18). El propósito de estas anillas (26) es; presionar a las juntas flexibles (25) para proporcionar cierre al vacío, y proporcionar guías a la unidad de silicona (4) en el centro, evitando que esta se deslice fuera de la unidad metálica de soporte (18). (Figura 14).

5. Los tubos de vidrio (2) previamente ajustados en las unidades de silicona (4) son deslizados en posición desde ambos lados. (Figura 15).



6. Las anillas metálicas (27) son deslizadas en la unidad de silicona (4) con el fin de presionarla para proporcionar un cierre al vacío. (Figura 16).

7. La totalidad de la unidad es asegurada con pernos (28). (Figura 17).

5 8. El ensamblaje completo es instalado en la mitad inferior (6) del soporte rotativo y de la unidad de alojamiento (21). (Figura 18).

9. La mitad superior (5) del soporte rotativo y de la unidad de alojamiento (21) es bajada y asegurada. (Figura 19)

10 **[0039]** Después de que se coloque el último sistema conector de tubo de vidrio (E), la unidad de dilatación flexible (29) es unida a la unidad de soporte (18) como si otro ensamblaje de tubo de vidrio (2) se dispusiera por encima. (Como se puede ver a partir de la figura 20). (Mismas juntas, anillas, e tc.). El propósito de este ensamblaje es proporcionar un cierre al vacío mientras la tubería de recepción térmica (1) se mueve debido a la dilatación térmica.

**[0040]** La conexión de la unidad de dilatación (29) a la tubería metálica de recepción térmica (1) puede verse en la figura 21. Estas etapas de conexión son las siguientes;

1. Las boquillas roscadas atornilladas (32) son soldadas a las tuberías (1);

2. Las bridas atornilladas (33) son fijadas en las boquillas roscadas atornilladas (32);

15 3. Las anillas flexibles (34) son embutidas entre los labios interiores de las bridas (33) y el espesor de pared de las boquillas roscadas atornilladas. Esto para proporcionar un cierre adicional para presiones altas de vapor dentro de la tubería (1);

4. Una anilla de silicona (35) se fija sobre la brida (33). El propósito de estas piezas de silicona es la de proporcionar aislamiento térmico entre todas las piezas metálicas y la unidad de dilatación flexible;

20 5. Se utiliza una junta (36) para proporcionar cierre al vacío alrededor de los pernos (38);

6. Se utilizan anillas metálicas (37) para apretar las juntas flexibles (36);

7. Los pernos (38) son apretados para fijar la totalidad del montaje

25 **[0041]** En la figura 22, se puede ver el último ensamblaje conector de tubo de vidrio (39) en el lado de descargar del colector parabólico; el último tubo de vidrio unido a la unidad de dilatación flexible (40); la unidad de dilatación flexible (29); el ensamblaje conector (41) que fija la unidad de dilatación flexible (29) a la tubería de vapor, que es el último punto de cierre al vacío; anclaje de tubería de vapor (42) que permite a la tubería deslizarse fuera cuando se dilata mientras impide que esta se mueva hacia arriba y abajo; pata de soporte (43) a la unidad de anclaje y; patas de soporte (44) unidas al colector parabólico, cuyas unidades giran junto con el colector parabólico mientras proporcionan soporte al ensamblaje de recepción térmico que es estacionario.

30 **[0042]** La figura 23 muestra las posiciones dilatadas y contraídas de la unidad de dilatación (29). Como se puede ver, mientras las tuberías de vapor se dilatan, no hay movimiento en el lado del tubo de vidrio.

35 **[0043]** El sistema de colector solar de campo de acuerdo con la presente invención incluye bucles verticales (puede verse un diseño simple en la figura 25, el bucle vertical puede verse en la figura 26) entre los colectores parabólicos sucesivos conectados en serie, situados en el lado de evacuación de la unidad parabólica. Se pueden utilizar estos bucles verticales (52) en lugar de separadores.

40 **[0044]** Ya que el agua es más pesada que el vapor, con la ayuda del bucle vertical casi toda el agua se quedará en la tubería de recepción térmica (1) hasta que llegue a ser vapor. Si la cuantía de caudal de entrada de agua (45) es demasiado alta, parte del agua puede derramarse a través del primer o segundo bucle vertical entre los colectores parabólicos sucesivos conectados en serie. Sin embargo el vapor seco es obtenido después de la tercera o cuarta unidad colectora parabólica, eliminando la multitud de separadores situados en el suelo entre las unidades de colector parabólico utilizados actualmente.

45 **[0045]** Los diseños existentes no pueden utilizar estas unidades verticales ya que sus ensamblajes de recepción térmica giran junto con la estructura de colector parabólico. En otras palabras, cuando este rota, podría perder altura y dejar que el agua manara. Esto no sucede en la presente invención ya que el ensamblaje de recepción térmica es fijo.

50 **[0046]** Como se puede ver en la figura 26, el diseño de bucle vertical (52) también proporciona una función de dilatación térmica para la tubería de recepción térmica. De acuerdo con este diseño después del último tubo de vidrio y la unidad de dilatación (48) del colector cilindro-parabólico anterior, la tubería metálica de recepción de calor pasa a través de un anclaje corredizo (49) y después de formar un bucle vertical (52), ésta llega a un anclaje fijo (50) situado en el lado de entrada del siguiente colector parabólico. Por medio de esto, la dilatación aumentará la altura o anchura del bucle, pero no afectará a ningún colector parabólico.

5 **[0047]** En una realización de la presente invención, el sistema de colector solar de campo también incluye un cortavientos (53) de 2 metros de alto para envolver el colector solar de campo a fin de desviar el viento (55) por encima de dichos colectores parabólicos (54). Se simulan mediante la ejecución de los programas FLUENT y NASTRAN cargas de viento con y sin el cortavientos (53), y se ve que con este desviador de viento se puede alcanzar vientos de hasta 125 km/h sin problemas serios mientras los diseños actuales tienen que ser pagados cuando el viento alcanza 60 km/h. Los efectos de este cortavientos pueden verse de forma simple en la figura 27.

10 **[0048]** La incidencia solar alcanza el suelo a un ángulo. Este ángulo se aumenta cuando nos movemos más al norte o al sur desde el Ecuador. En las instalaciones de colectores solares de campo existentes la longitud total del tubo de vidrio (2) y del ensamblaje de tubería de recepción térmica (1) son iguales a la longitud del colector solar (como se puede ver en la figura 28 a).

**[0049]** Esto provoca dos fuentes de ineficiencias:

- a) Una longitud significativa del ensamblaje de recepción térmica en el lado de entrada (56) no recibe la luz solar concentrada;
- 15 b) Una longitud adicional significativa de la luz solar concentrada no llega al ensamblaje de recepción térmica en su lado de descarga (56)

**[0050]** Para este caso, en una realización alternativa de la presente invención, un tubo de vidrio adicional (58) es montado en el lado de descarga del sistema y la energía solar que se pierde en el sistema existente es recuperada. Esto es posible al hecho de que el ensamblaje de recepción de calor es estacionario en la presente invención (Ver figura 28b).

20 **[0051]** La figura 29 y 30 muestran otra realización de la presente invención que muestra una estructura giratoria (61) que soporta el panel de espejo parabólico (62), tirando de las cuerdas (64). Esto es solo un ejemplo de dicho soporte y de la estructura giratoria (61). Lo mismo puede ser alcanzado por medio de diferentes modificaciones de detalle. Lo importante aquí es que la estructura giratoria reposa en una pluralidad de ruedas (66) posicionadas en una estructura estacionaria semicircular (65). Estas ruedas (66) permiten un movimiento fácil y una buena resistencia a las cargas de viento. Las cuerdas (64) son arrastradas por un motor central de velocidad ajustable. La velocidad del motor central es ajustada por sensores solares, de tal manera que el seguimiento del sol es preciso.

30 **[0052]** Los desarrollos de la anteriormente indicada realizaciones preferidas de sistemas de colectores solares de campo no pretenden limitar el alcance de la protección de la invención. De acuerdo con la información descrita con la invención, las modificaciones a realizar en los desarrollos en este sistema de colector solar preferido deberán ser evaluadas dentro del alcance de la protección, como se define por las reivindicaciones.

## REIVINDICACIONES

1. Sistema de colectores solar de campo, que comprende una pluralidad de reflectores parabólicos; un tubo de recepción térmica, cuyo centro coincide con el foco de los reflectores parabólicos y que consiste en una tubería metálica de recepción térmica (1) y tubos de vidrio (2) que están alojados dentro, en el que para permitir la dilatación de la tubería metálica de recepción térmica (1) y su desplazamiento libre e independientemente de los tubos de vidrio (2), para proporcionar cierre al vacío, para proporcionar un soporte para la totalidad del elemento receptor térmico (D), y también para proporcionar una cámara de vacío continuo para la longitud total de la unidad colectora parabólica, un sistema conector de tubo de vidrio y junta estanca a vacío (E) conecta entre sí los tubos de vidrio (2) y la tubería metálica de recepción térmica (1); Para permitir que la tubería metálica de recepción térmica (1) permanezca inmóvil mientras el panel parabólico está girando alrededor de esta, una unidad de soporte rotativo (21) conecta el panel parabólico al sistema conector de tubo de vidrio (E); para proporcionar un cierre al vacío mientras la tubería metálica de recepción térmica (1) se desplaza debido a la dilatación térmica, se disponen unidades de dilatación flexibles (29) en el extremo de cada unidad colectora parabólica; y para prevenir que el agua no evaporada restante pase a través de otros colectores y para proporcionar el factor de dilatación térmica para la tubería metálica de recepción de calor (1), se disponen bucles verticales (52) entre los colectores para bólicas sucesivos conectados en serie, situados en el lado de evacuación de la unidad parabólica en el que, el sistema conector de tubo de vidrio y junta estanca al vacío (E) comprende una unidad cerámica (7) para permitir a la tubería metálica de recepción térmica (1) dilatarse y deslizarse libremente sobre las bolas (11) situadas en el centro de la unidad cerámica (7) y para proporcionar aislamiento térmico entre la tubería metálica de recepción térmica (1) situada en el centro de esta y los tubos de vidrio (2); unidades de silicona (4) para proporcionar cierre al vacío alrededor del tubo de vidrio (2) y para proporcionar suficiente flexibilidad para proteger el tubo de vidrio (2) de las vibraciones y de las fuerzas de flexión que pudieran producirse en las partes metálicas; Una unidad de protección contra calor y UV (3) para proporcionar aislamiento térmico y de radiación UV a la unidad de silicona (4); y una unidad de soporte estacionaria (18) para proporcionar la base para todas las unidades de conexión de tubo de vidrio en el que; el sistema conector de tubo de vidrio y junta estanca a vacío (E) se instala en su totalidad de la forma siguiente; la unidad metálica de soporte estacionaria (18) se desliza en la tubería metálica de recepción de calor (1), la unidad de cerámica (7) se desliza sobre la tubería metálica de recepción térmica (1) y se dispone en el interior de la unidad de soporte estacionaria (18), juntas de cierre al vacío (25) se disponen en los pernos (19) en ambos lados de la unidad de soporte metálica (18), las anillas metálicas (26) se disponen en los pernos (19) en ambos lados de la unidad de soporte metálica (18), tubos de vidrio (2) previamente dispuestos en las unidades de silicona (4) son deslizados en posición desde ambos lados, las anillas metálicas (27) son deslizadas en la unidad de silicona (4) con el fin de presionarla para proporcionar un cierre al vacío, la totalidad de la unidad es asegurada con pernos (28), el ensamblaje completo es instalado en la mitad inferior (6) del soporte giratorio y de la unidad de alojamiento (21), la mitad superior (5) del soporte giratorio y de la unidad de alojamiento (21) es bajada y asegurada.
2. Sistema de colector solar de campo de acuerdo con la reivindicación 1 en el que la unidad cerámica (7) consiste en dos mitades cilíndricas huecas (8); en un lado de cada mitad (8), hay una pluralidad de juntas de rotula (9); estando alojadas las bolas (11) entre las dos mitades de la unidad cerámica (7), en el interior de dichas juntas de rotula (9), formando un anillo de cojinete; dichas dos mitades (8) de la unidad cerámica (7) son pegadas mutuamente, asegurando que el pegamento no llague cerca de las bolas (11), después de que las bolas (11) se sitúen entre las mitades (8); además de pegadas, dichas mitades cerámicas (8) son también atornilladas para proporcionar solidez adicional.
3. Sistema de colector solar de campo de acuerdo con la reivindicación 2 en la que, dichas bolas (11) están fabricadas de material cerámico.
4. Sistema de colector solar de campo de acuerdo con la reivindicación 1 en el que la unidad de silicona (4) tiene forma de cilindro hueco, en el que la cara trasera (12) de este cilindro hueco se extiende con un diámetro mayor a fin de proporcionar una forma tipo brida (15); existiendo en la cara delantera (13) de la unidad de silicona (4) una ranura circular (16); e la brida externa (14) de la unidad de silicona (4) se mantiene de espesor fino para aumentar su flexibilidad.
5. Sistema de colector solar de campo de acuerdo con la reivindicación 1 en el que; la unidad de protección contra calor y UV (3) es una unidad aislante flexible, utilizada para deslizarla sobre la cara interior de la unidad de silicona (4) cubriéndola.
6. Sistema de colector solar de campo de acuerdo con la reivindicación 1 o reivindicación 4 en el que la unidad de protección contra calor y UV (3) tiene una forma cilíndrica hueca, la cara trasera (17) de cuyo cilindro hueco se extiende con un diámetro mayor a fin de cubrir la cara anterior (13) de la unidad de silicona (4).
7. Sistema de colector solar de campo de acuerdo con la reivindicación 1, reivindicación 4 o reivindicación 5 en el que la unidad de protección contra el calor y los UV (3) esta fabricada de lana cerámica.
8. Sistema de colector solar de campo de acuerdo con la reivindicación 1 en el que, la base de la unidad de soporte metálica (18) es una anilla circular, con sus labios exteriores formando una anilla en forma de U cilíndrica (20), los pernos (19) a los que serán ajustados las juntas, las anillas metálicas y las piezas de silicona son soldadas a la pieza

metálica de esta unidad de soporte metálica (18) para eliminar las tuercas en el interior de la anilla en forma de U (20) donde estarán las ruedas de alineamiento y/o las bolas de alineamiento.

9. Sistema de colector solar de campo de acuerdo con la reivindicación 1 en el que, el soporte giratorio y la unidad de alojamiento (21) comprenden de un ensamblaje de bolas de alineamiento (o ruedas) (23) que proporciona una guía multidireccional para este soporte giratorio (21) y una unidad de alojamiento para deslizar alrededor del sistema conector de tubo de vidrio y junta estanca al vacío (E); una bisagra (22) para permitir a la mitad superior de esta unidad de soporte (21) abrirse mientras los tubos de vidrio (2) son instalados y con la ayuda de esta bisagra (22), después de que la instalación de los tubos de vidrio (2) ha sido completada, la mitad superior de esta unidad de soporte (21) es cerrada y fijada a la mitad inferior; un conector (23) a la pata de soporte que está unido al colector parabólico.

10. Sistema de colector solar de campo de acuerdo con la reivindicación 9 en el que después de colocar el último sistema de conector de tubo de vidrio y junta estanca al vacío (E), la unidad de dilatación flexible (29) es unida a la unidad de soporte (18) de igual manera como si otro ensamblaje de tubo de vidrio (2) se dispusiera por encima.

11. Sistema de colector solar de campo de acuerdo con la reivindicación 9 en el que la unión de la unidad de dilatación (29) a la tubería metálica de recepción térmica (1) comprende las siguientes etapas, las boquillas roscadas atornilladas (32) son soldadas a las tuberías (1); las bridas atornilladas (33) son fijadas en las boquillas roscadas atornilladas (32); las anillas flexibles (34) son embutidas entre los labios interiores de las bridas (33) y el espesor de pared de las boquillas roscadas atornilladas, una anilla de silicona (35) se fija sobre la brida (33), las anillas metálicas (37) son utilizadas para apretar las juntas flexibles (36), los pernos (38) son apretados para fijar la totalidad del montaje y una junta (36) es utilizada alrededor de pernos (38) para proporcionar un cierre al vacío.

12. Sistema de colector solar de campo de acuerdo con la reivindicación 1 en el que después del último tubo de vidrio (2) y la unidad de dilatación (48) del colector cilindro-parabólico anterior, la tubería metálica de recepción térmica (1) pasa a través de un anclaje corredizo (49) y después de formar un bucle vertical (52), ésta llega a un anclaje fijo (50) situado en el lado de entrada del siguiente colector parabólico.

25

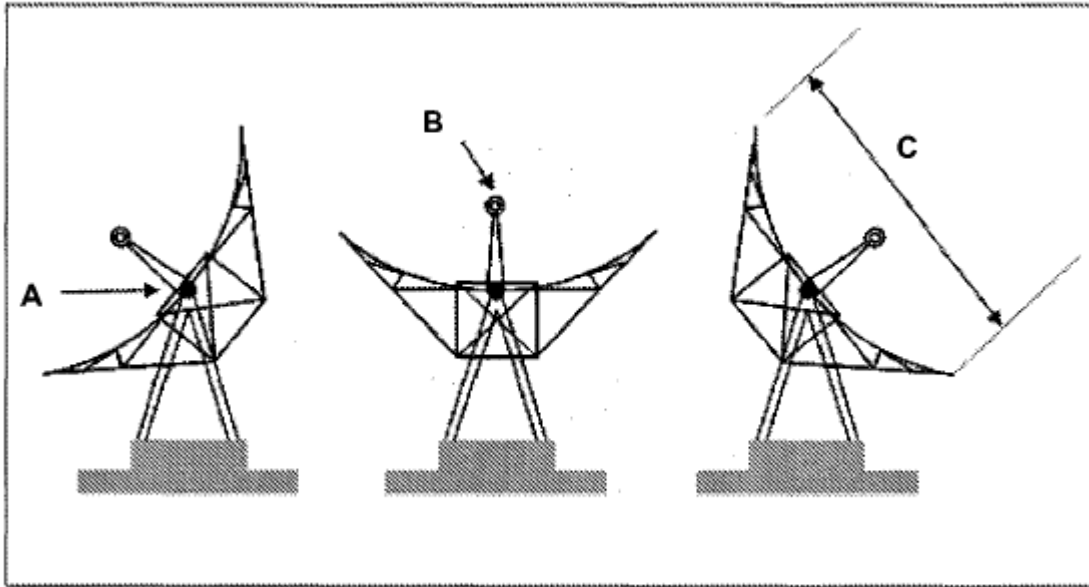
13. Sistema de colector solar de campo de acuerdo con la reivindicación 1 en el que, el sistema también incluye un cortavientos (53) de 2 metros de alto para envolver el colector solar de campo a fin de desviar el viento (55) por encima de dichos colectores parabólicos (54).

14. Sistema de colector solar de campo de acuerdo con la reivindicación 1 en el que, un tubo de vidrio adicional (58) es montado en el lado de descarga del sistema.

15. Sistema de colector solar de campo de acuerdo con la reivindicación 1 en el que para permitir un fácil movimiento de los reflectores parabólicos (62) y una buena resistencia contra la carga del viento, dicho sistema comprende una estructura giratoria (61) que reposa en una pluralidad de ruedas (66) posicionadas en una estructura estacionaria semicircular (65).

16. Sistema de colector solar de campo de acuerdo con la reivindicación 14 en la que, la estructura giratoria (61) soporta el panel de espejo parabólico (62), tirando de las cuerdas (64), dichas cuerdas (64) son arrastradas por un motor central de velocidad ajustable.

17. Sistema de colector solar cilindro-parabólicos de campo de acuerdo con la reivindicación 15 en el que, la velocidad del motor central es ajustada por sensores solares.



Posición mañana Posición mediodía Posición tarde  
F figura 1

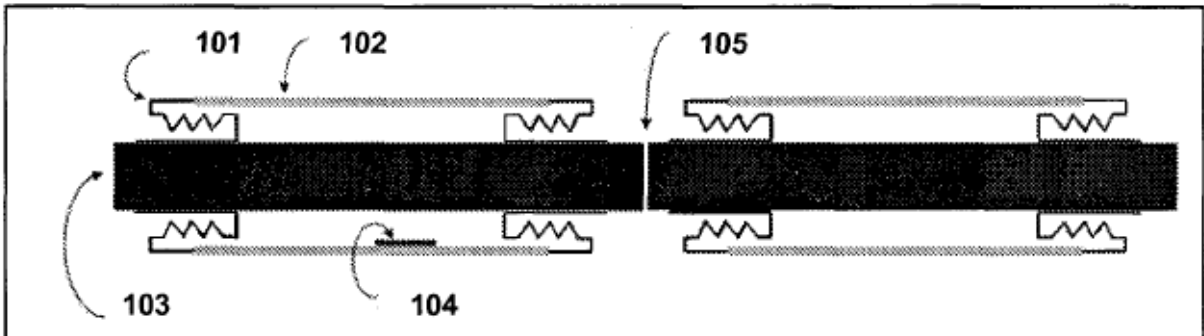


Figura 2

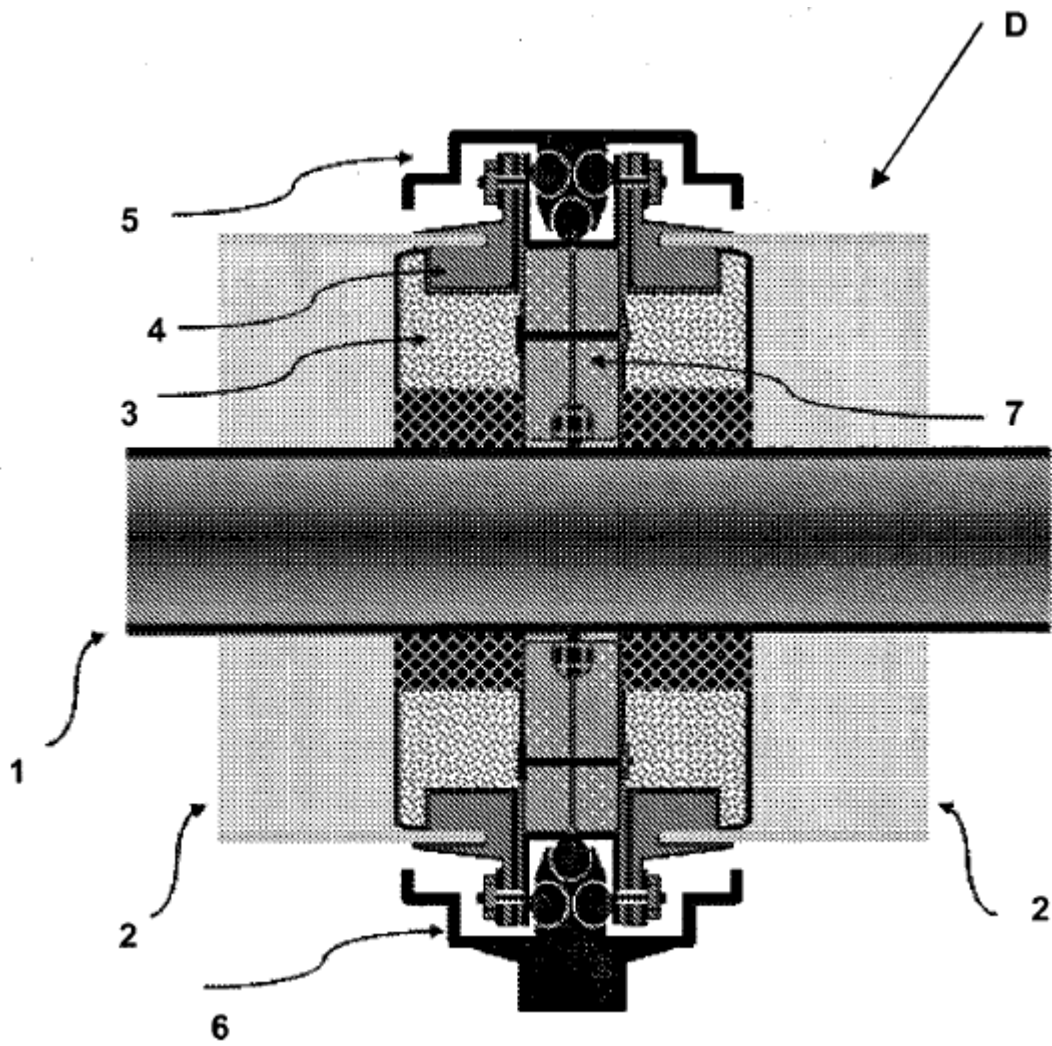
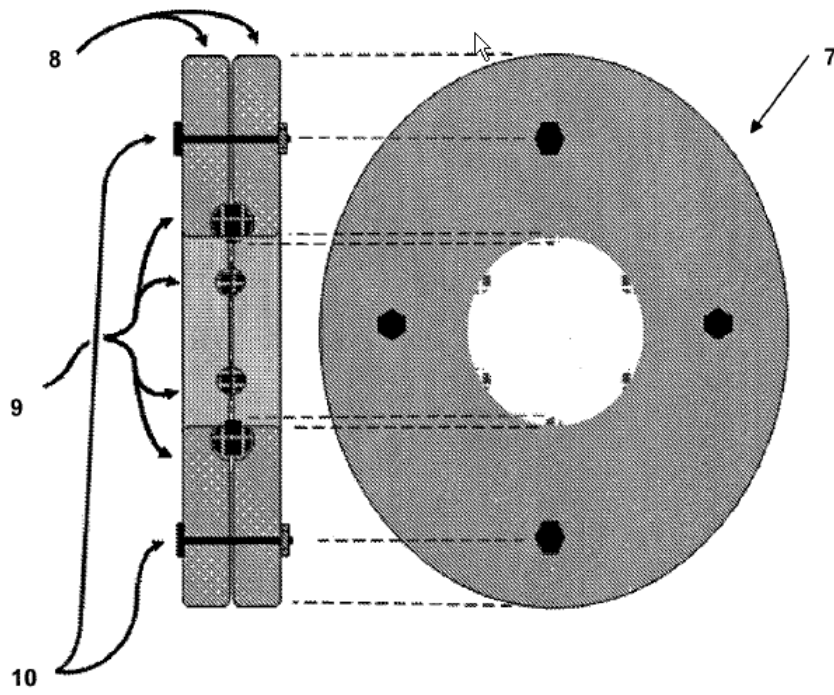
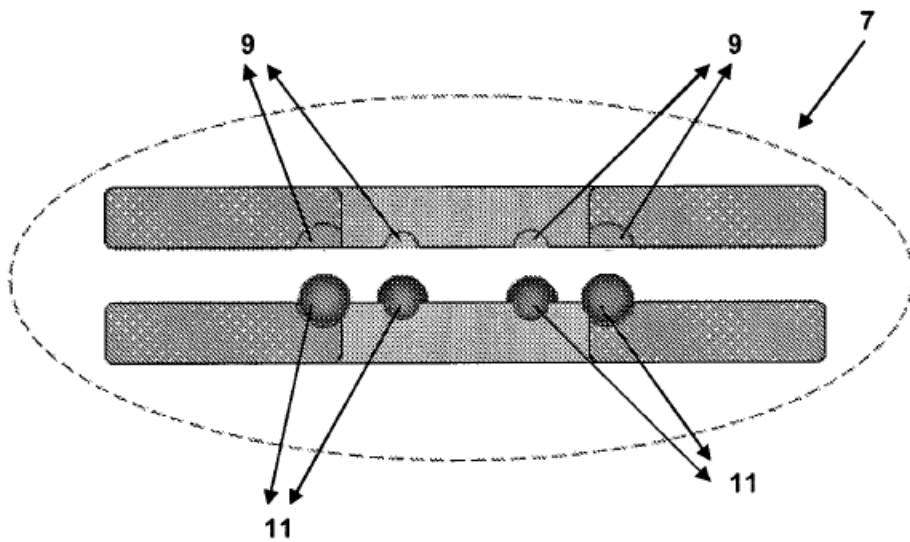


Figura 3



F figura 4



F figura 5

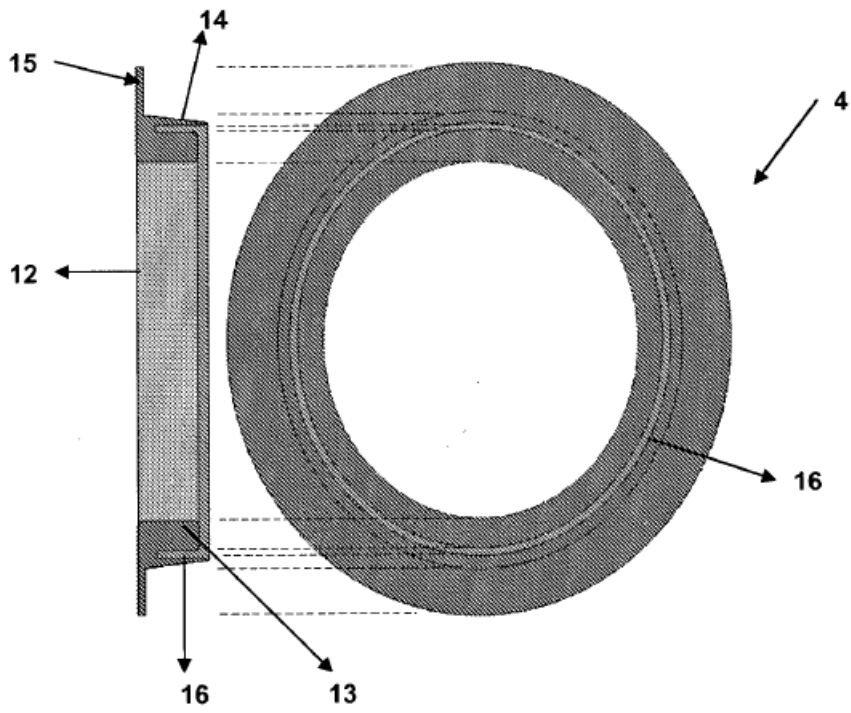


Figura 6

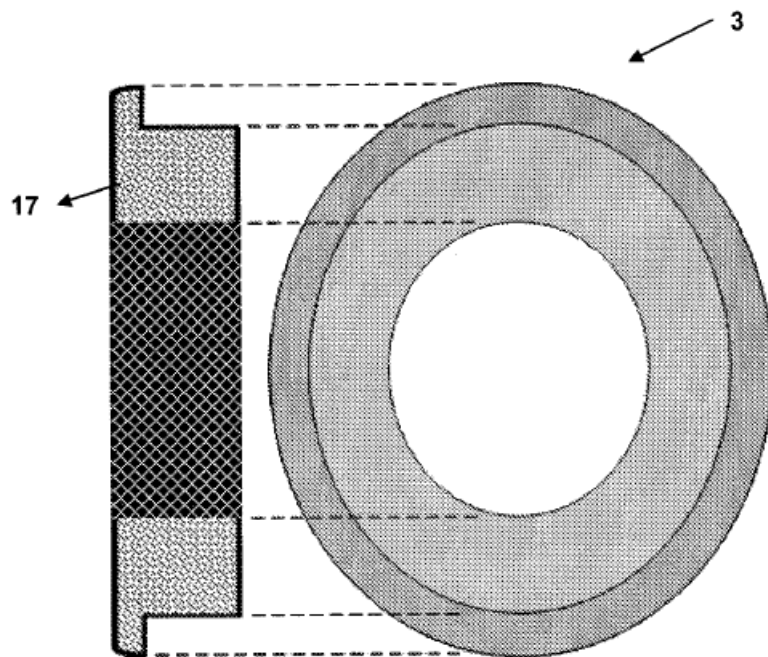


Figura 7



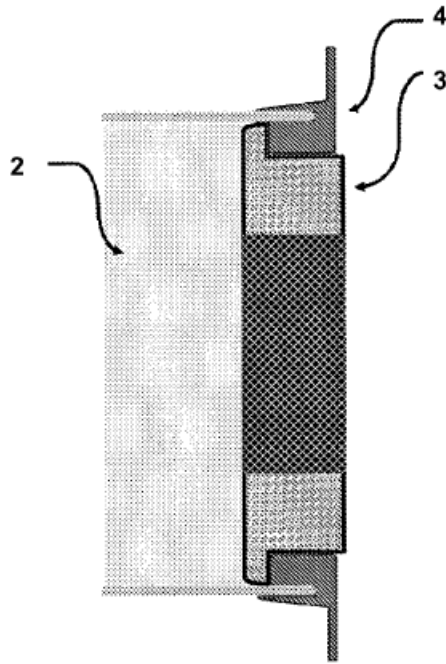
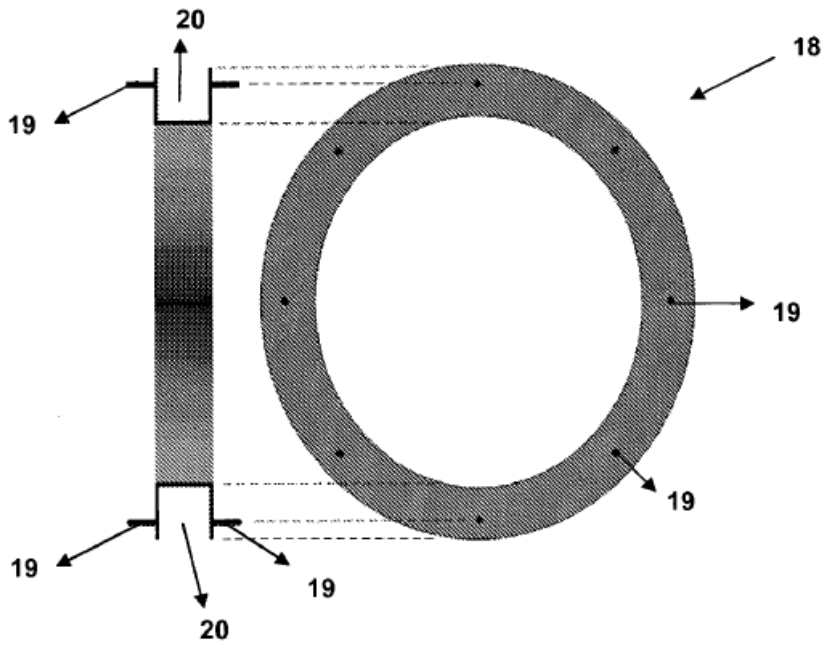
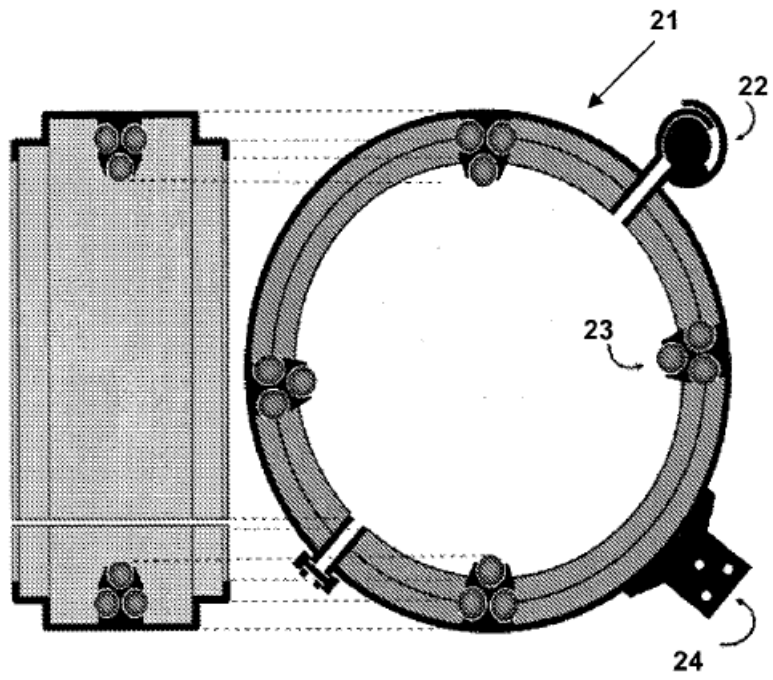


Figura 8



F  
Figura 9



F

igura 10

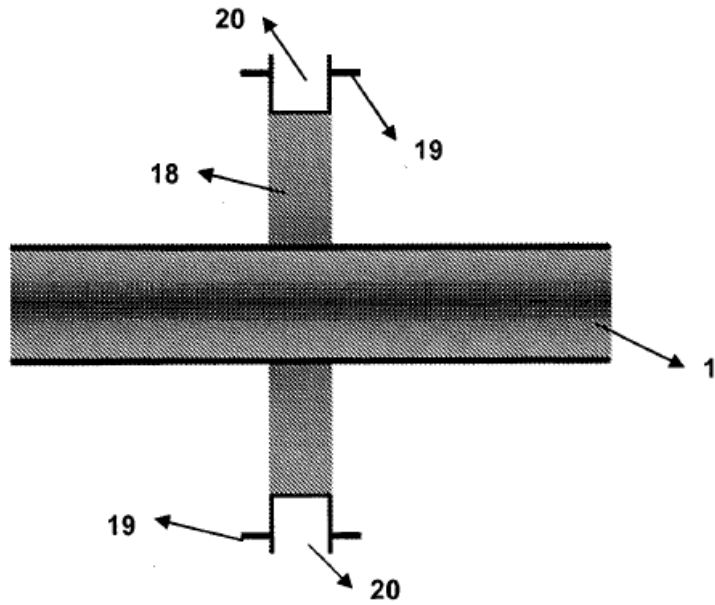
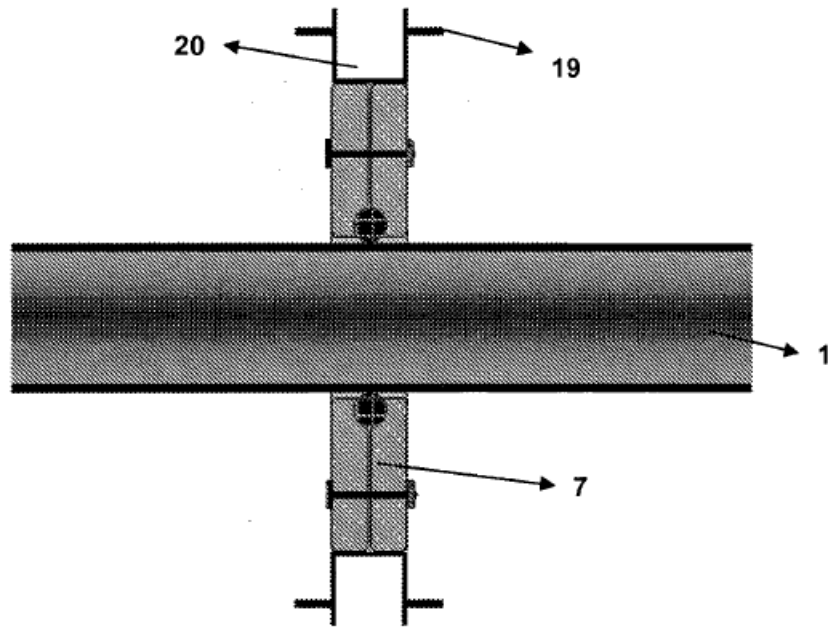
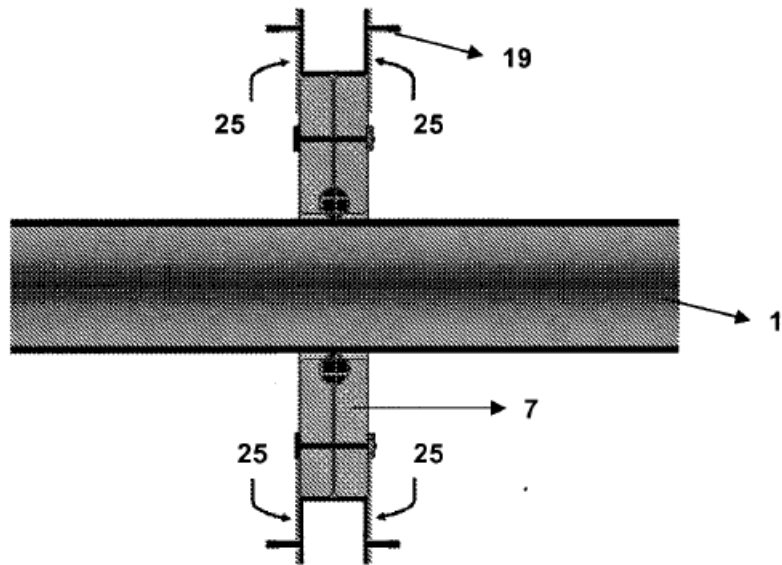


Figura 11



F  
igura 12



F  
igura 13

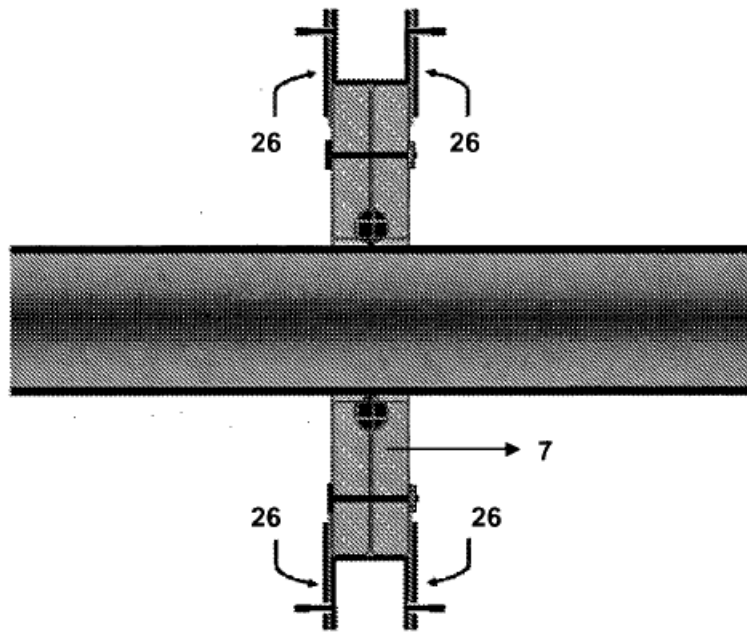
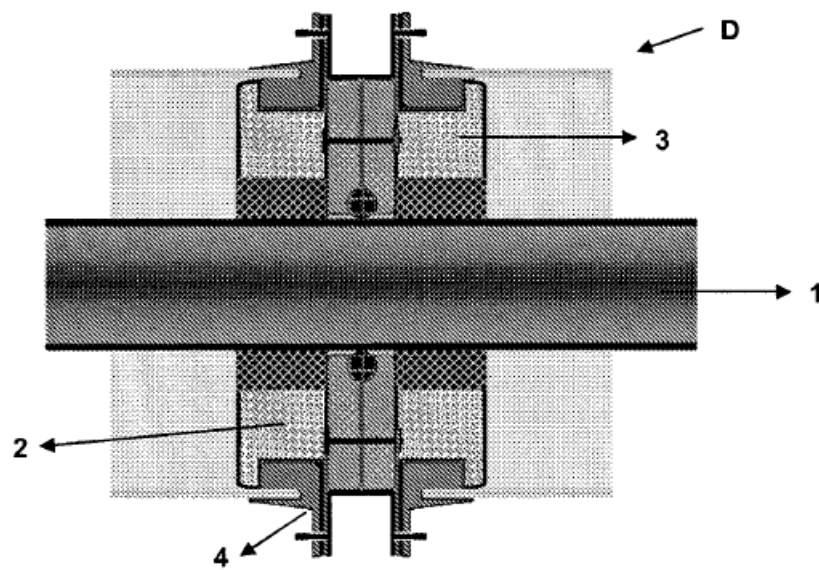
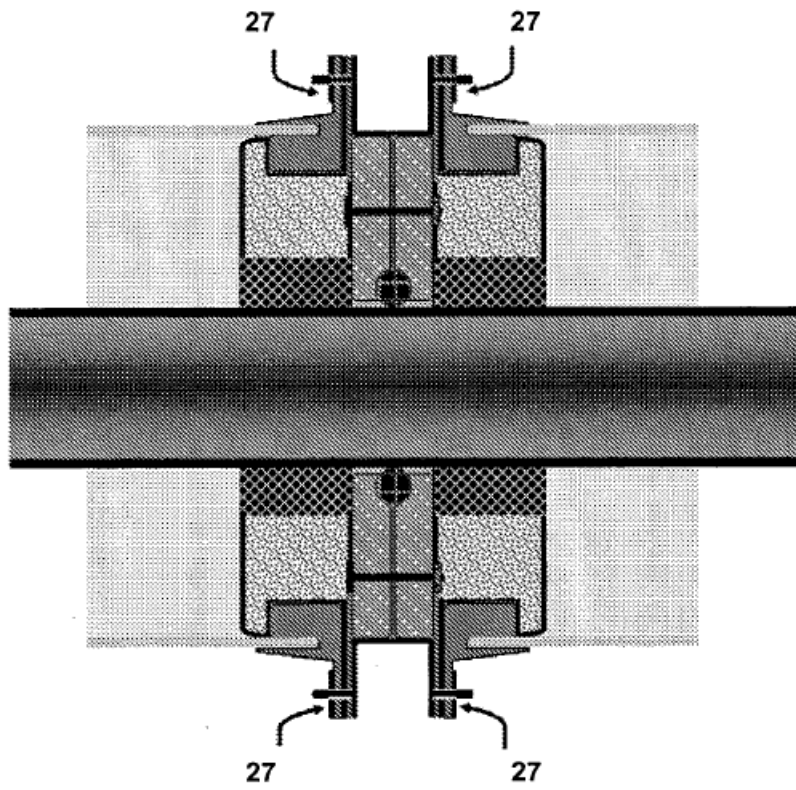


Figura 14



F

Figura 15



F

igura 16

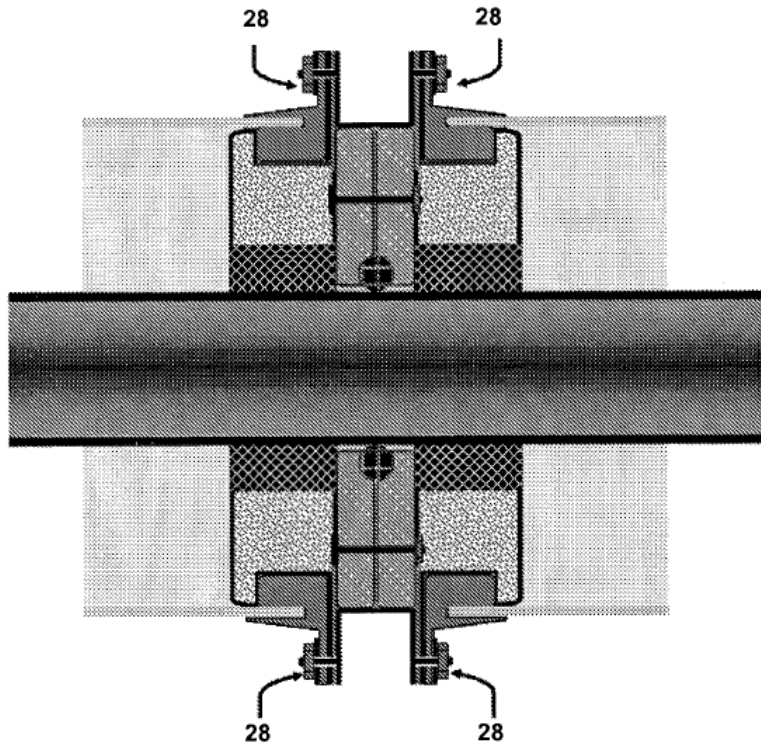


Figura 17

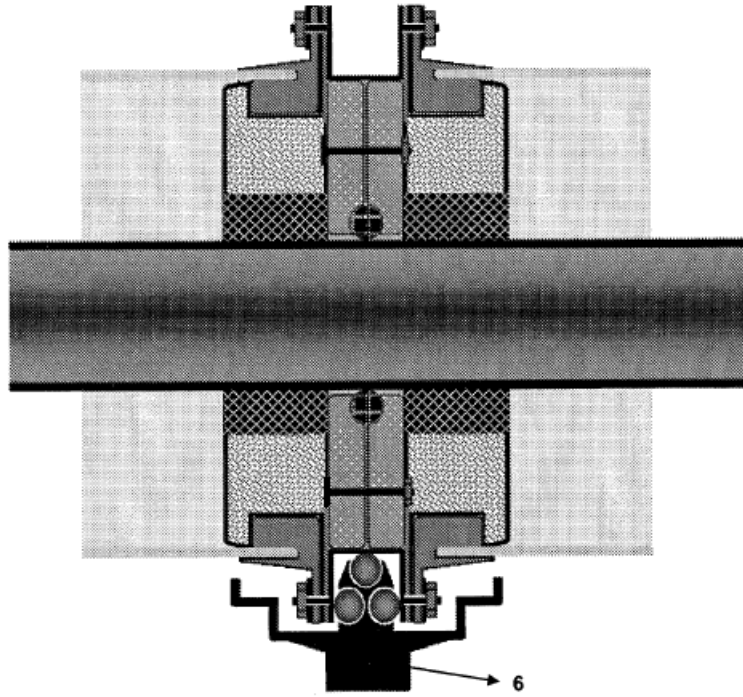


Figura 18

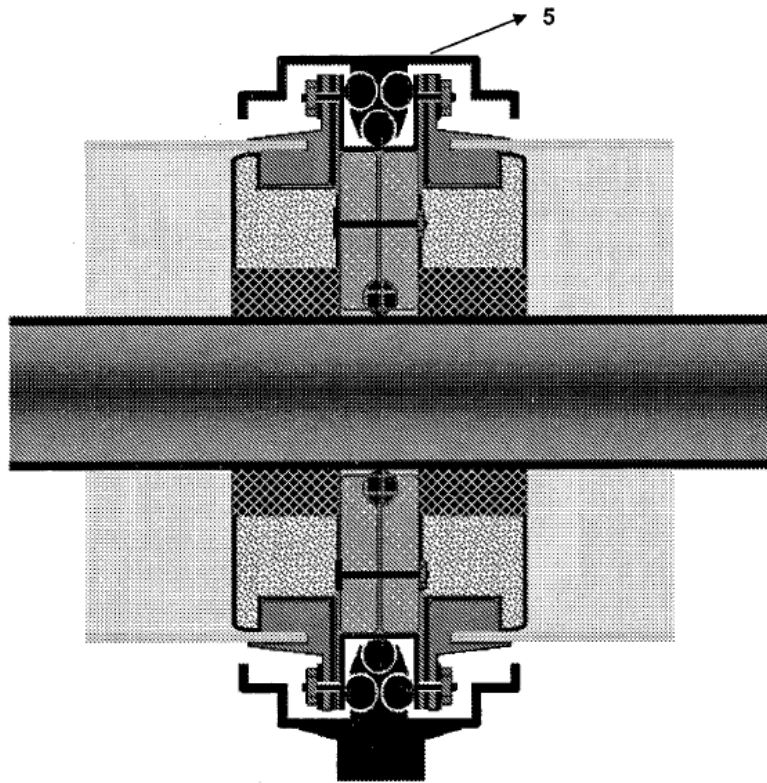


Figura 19



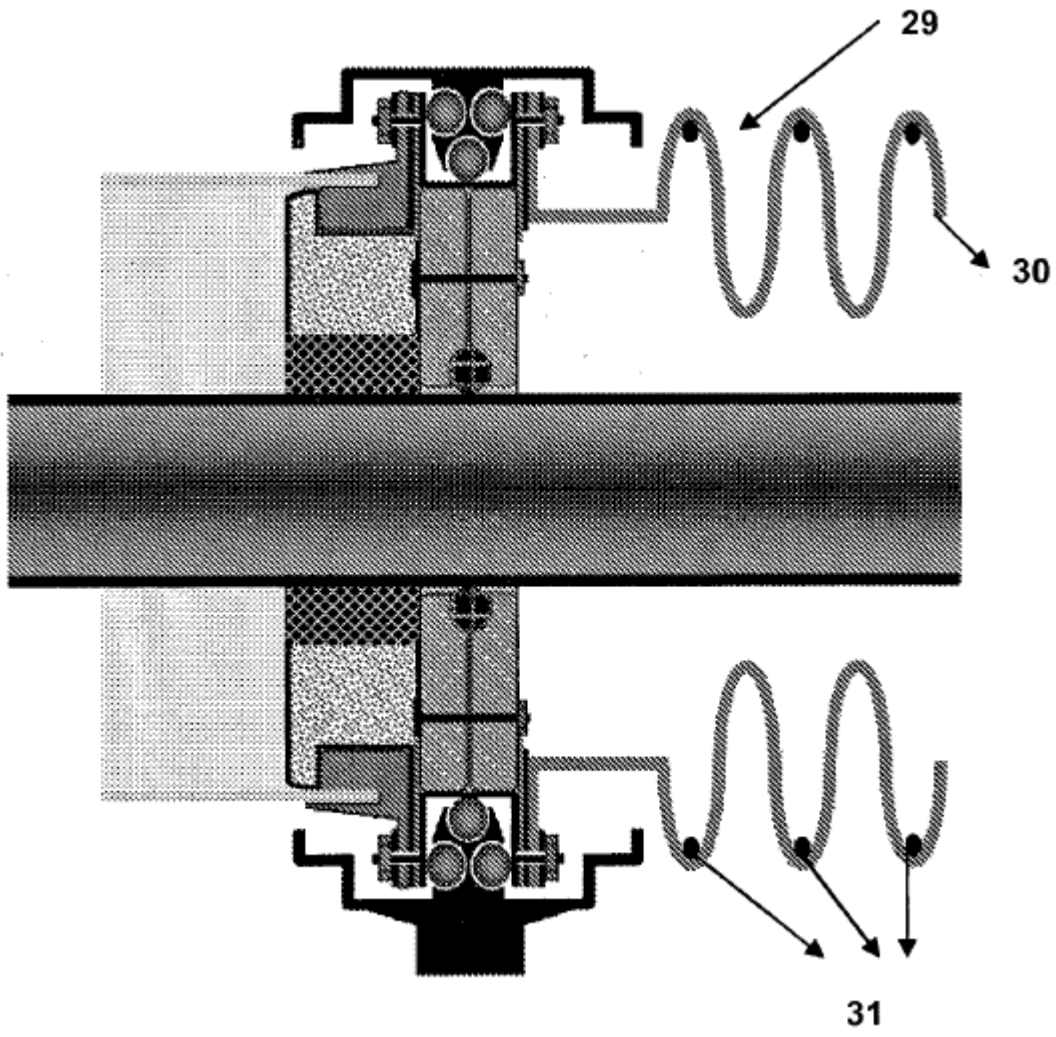


Figura 20

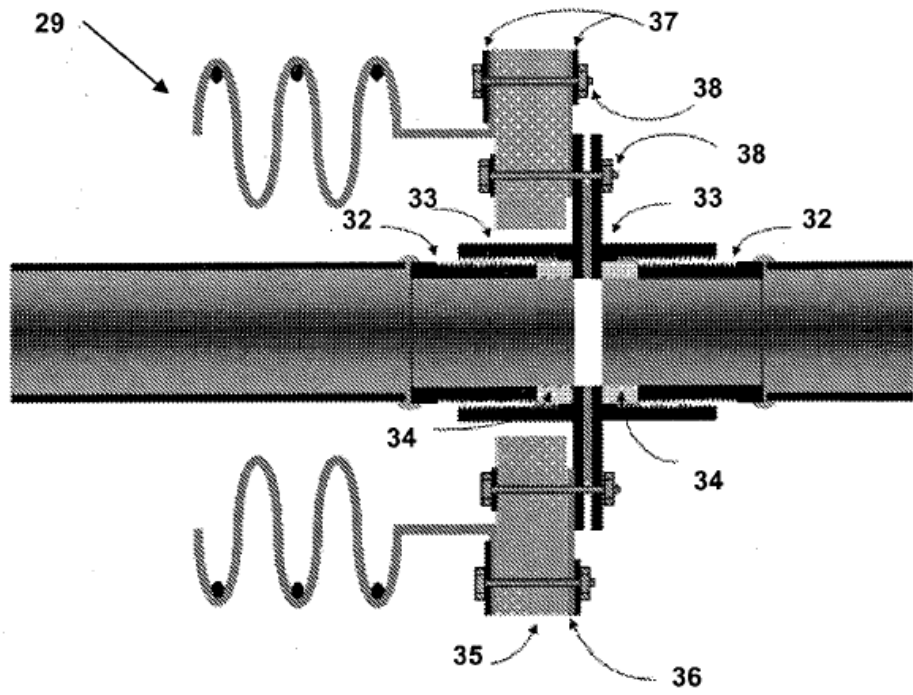
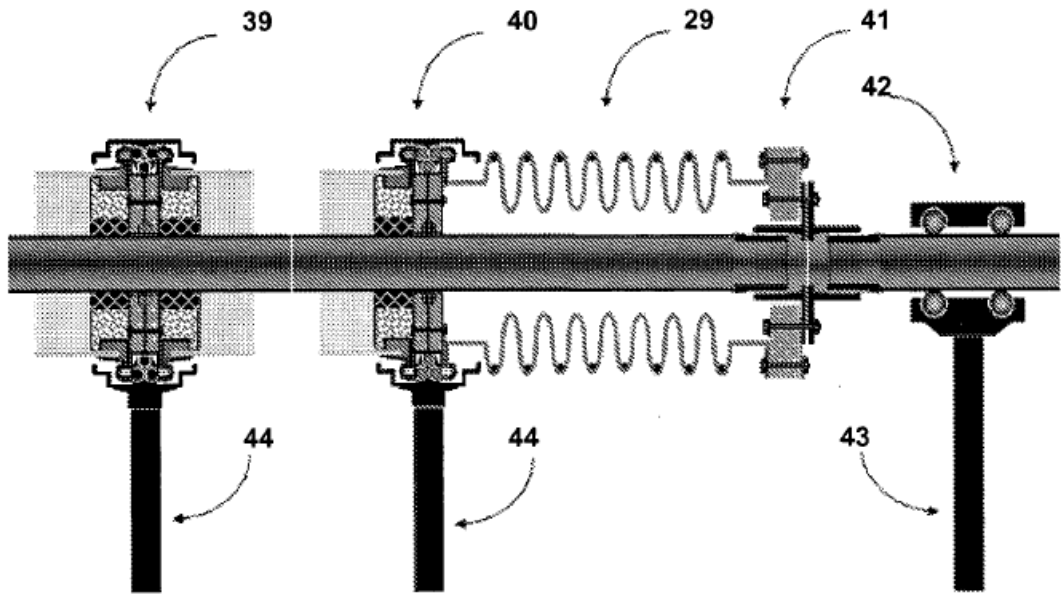
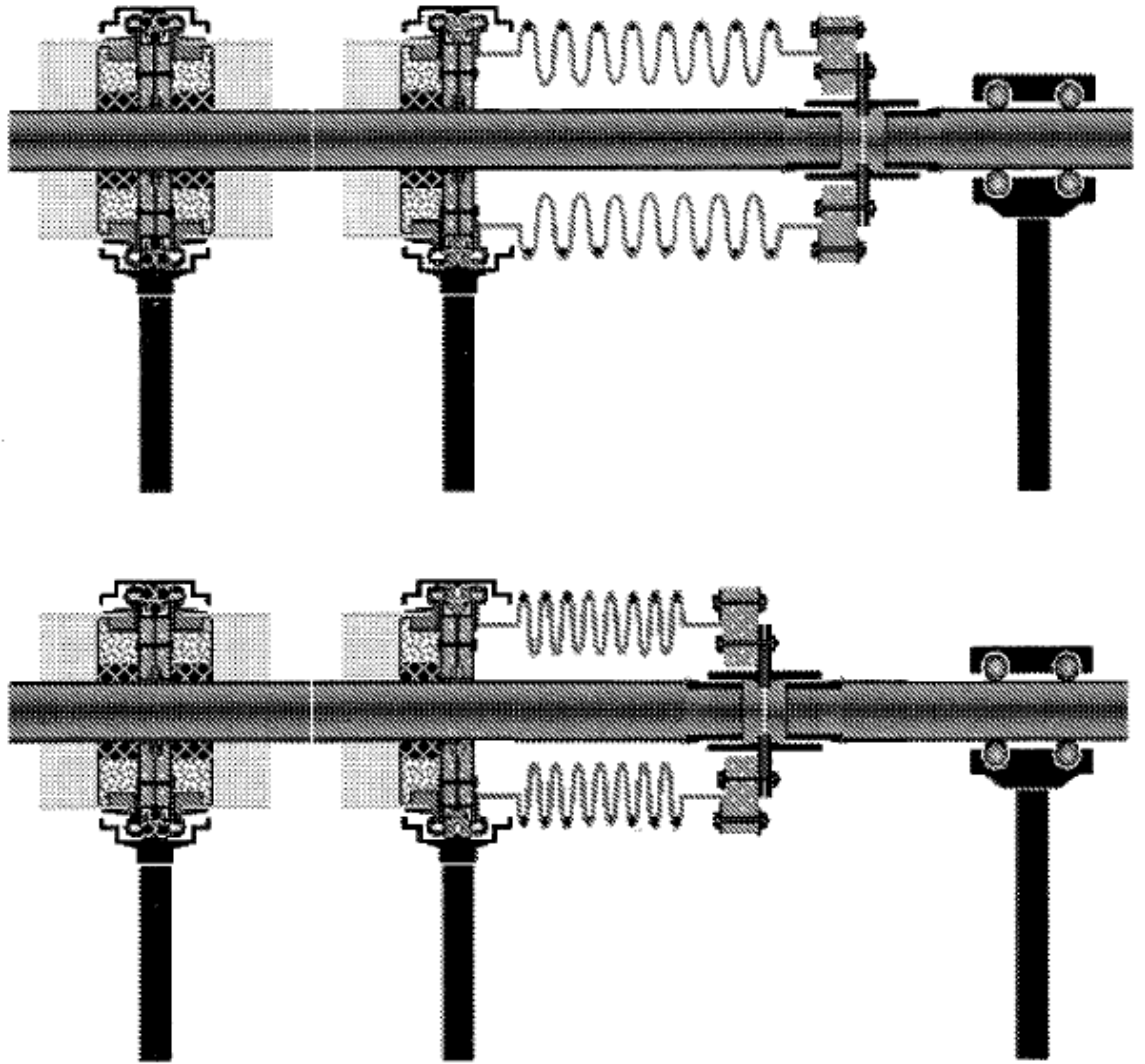


Figura 21



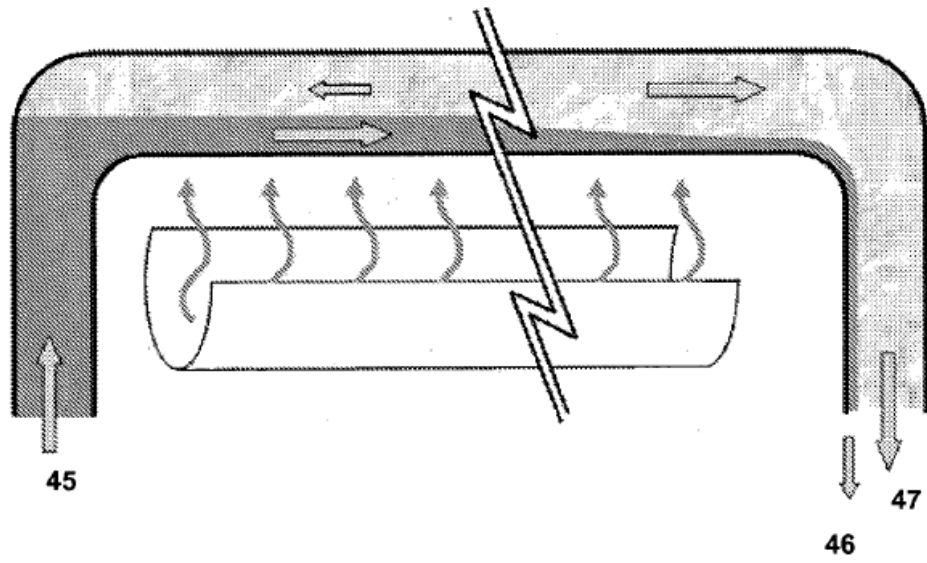
F

Figura 22

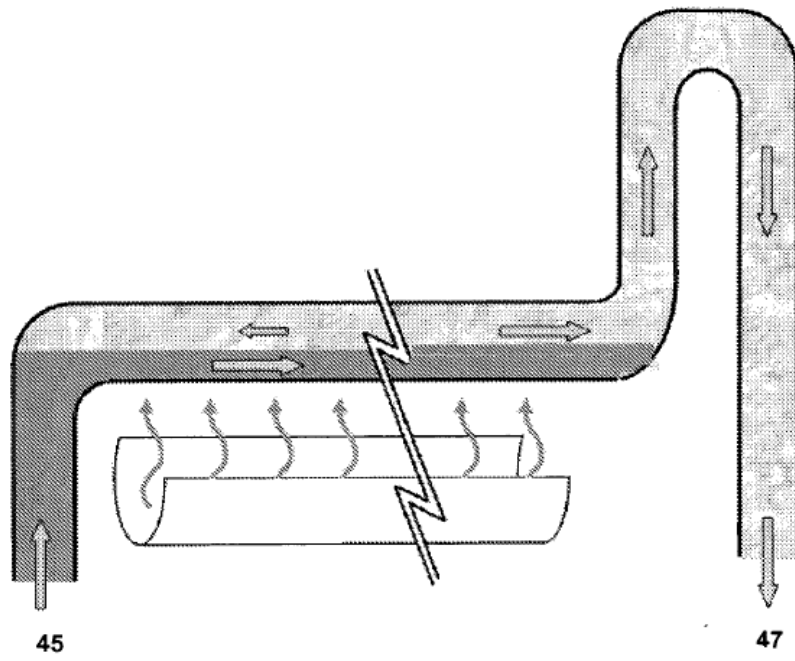


F

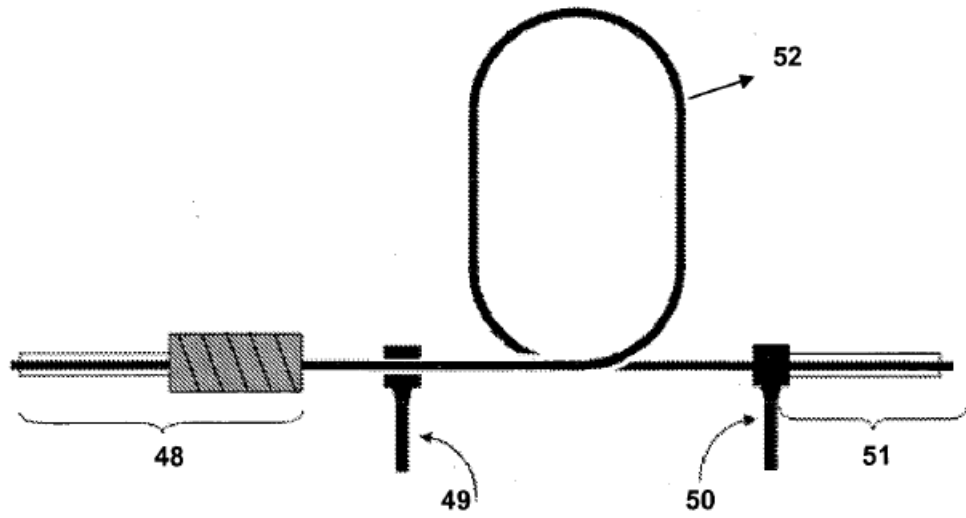
igura 23



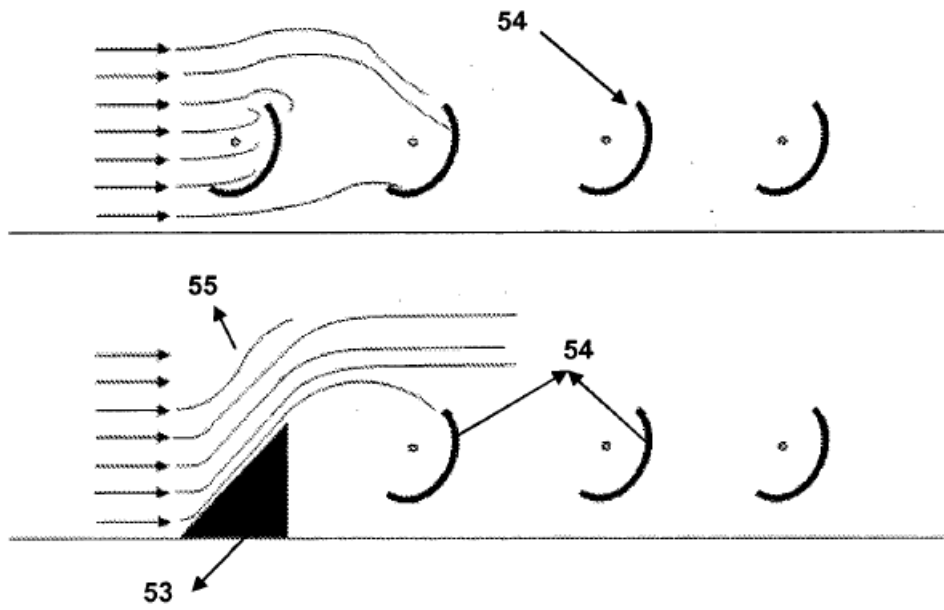
F figura 24



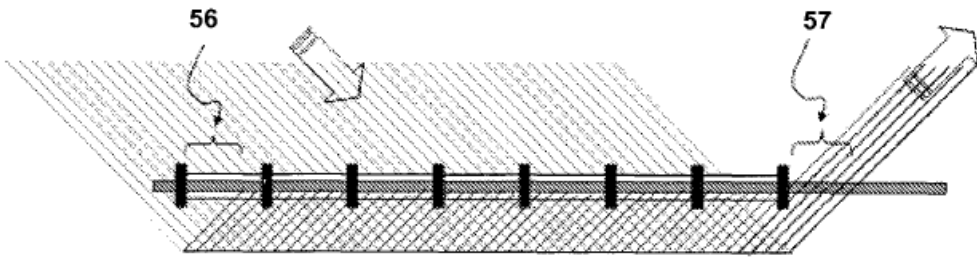
F figura 25



F figura 26



F figura 27



F igura 28 a

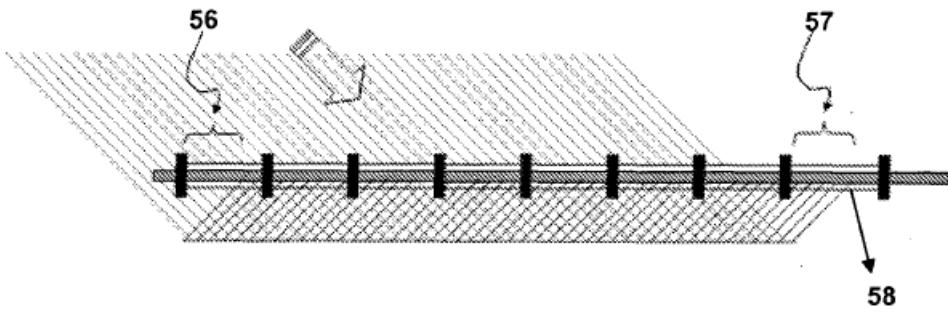


Figura 28 b

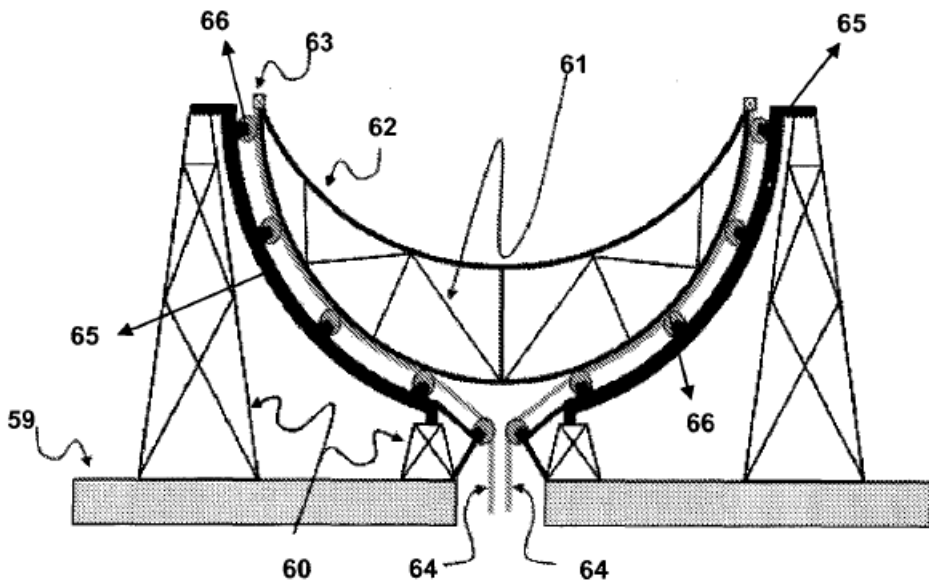
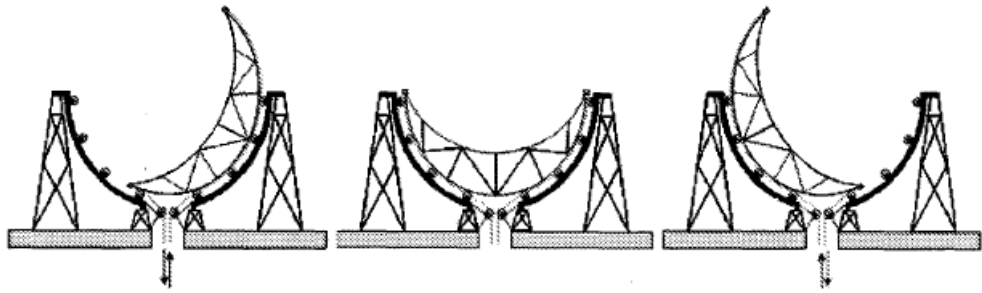


Figura 29



F

igura 30

**REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN**

La lista de referencias citada por el solicitante lo es solamente para utilidad del lector, no formando parte de los documentos de patente europeos. Aún cuando las referencias han sido cuidadosamente recopiladas, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP rechaza toda responsabilidad a este respecto.

**5 Documentos de patente citados en la descripción**

EP 1787067 A [0012] W

O 9838457 A [0013]