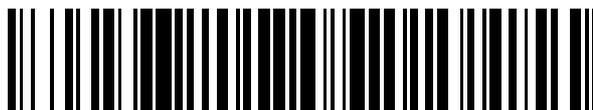


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 548 879**

51 Int. Cl.:

**F24J 2/07** (2006.01)

**F24J 2/14** (2006.01)

**F24J 2/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.03.2009 E 09726301 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.07.2015 EP 2304334**

54 Título: **Colector parabólico para una central solar**

30 Prioridad:

**28.03.2008 CH 4622008**

**17.07.2008 CH 11132008**

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

**21.10.2015**

73 Titular/es:

**AIRLIGHT ENERGY IP SA (100.0%)**

**Via Industria 10**

**6710 Biasca, CH**

72 Inventor/es:

**PEDRETTI-RODI, ANDREA**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 548 879 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

Colector parabólico para una central solar

5 La presente invención se refiere a un colector parabólico para una central solar según el concepto general de la reivindicación 1.

10 Las centrales termosolares producen desde hace ya un tiempo corriente eléctrica a escala industrial a precios que – frente a la energía fotovoltaica– se encuentran cerca de los precios comerciales usuales hoy en día para la corriente eléctrica generada con el tipo convencional.

15 En las centrales termosolares, la radiación del sol es reflejada a través de los colectores con la ayuda del concentrador, y es focalizada de forma encauzada sobre un lugar, en el cual por eso se generan altas temperaturas. El calor concentrado puede ser evacuado y puede ser empleado para la operación de máquinas motrices térmicas como las turbinas, las cuales a su vez accionan los generadores que generan la corriente eléctrica.

Hoy en día encuentran aplicación tres formas básicas de las centrales termosolares: los sistemas Dish-Sterling, los sistemas de central solar de torre y los sistemas parabólicos.

20 Las centrales parabólicas poseen colectores en gran cantidad, que presentan concentradores largos con escasa dimensión transversal y, con ello, no poseen un punto focal sino que poseen una línea focal, que dicta la diferencia fundamental en su construcción con respecto a las centrales del tipo Dish-Sterling y las centrales solares de torre. Estos concentradores de línea poseen hoy en día una longitud desde 20 m hasta 150 m, mientras que el ancho puede alcanzar 3 m, 5 m y más. En la línea focal discurre una tubería de absorción para el calor concentrado (hasta  
25 aproximadamente 400 °C), la cual transporta a este calor hacia la central. Como medio de transporte se ha considerado un fluido como, por ejemplo, aceite térmico o vapor de agua sobrecalentado, el cual circula por las tuberías de absorción.

30 Aunque se ha desarrollado un colector parabólico preferentemente como colector parabólico, se emplean frecuentemente los colectores parabólicos con concentradores desarrollados de forma esférica o sólo aproximadamente parabólica, puesto que un concentrador parabólico exacto, con las dimensiones indicadas anteriormente, solamente se puede fabricar con un gasto grande y, por ende, apenas conveniente.

35 Las 9 centrales parabólicas SEGS en el Sur de California producen conjuntamente una potencia de aproximadamente 350 MW; una central adicional en Nevada debe entrar actualmente a la red y suministrar sobre 60 MW. Otro ejemplo de una central parabólica es Andasol 1 en Andalucía, que se encuentra en construcción, con una superficie de concentrador de 510 000 m<sup>2</sup> y una potencia de 50 MW, con lo cual se ha de alcanzar la temperatura en las tuberías de absorción de aproximadamente 400 °C. El sistema de potencia para la circulación del fluido que transporta el calor puede alcanzar en las centrales de este tipo hasta 100 km o más, cuando sean  
40 realizados los conceptos para las futuras plantas a gran escala. Los costos para Andasol 1 se han presupuestados en varios cientos de millones de €.

45 En una forma aproximada, se puede retener que una porción siempre más grande de los costos totales, actualmente, por ejemplo, 65 % o más, recaen, en una central solar de esta característica, sobre los colectores parabólicos y sobre el sistema de potencia para el fluido que transporta el calor.

50 A la vista de los altos costos de construcción indicados y también de los altos costos de mantenimiento para tales colectores parabólicos, se propusieron oportunamente formas de construcción, en las cuales se ha reducido el ensuciamiento de la superficie del concentrados reflectante y, por consiguiente, el gasto de mantenimiento, pero también el gasto para la construcción del mismo colector.

55 Así, el documento FR-PS 1.319.144 muestra un colector parabólico o un colector de cubeta para una central solar del tipo indicado anteriormente, el cual presenta una celda de presión cilíndrica de una membrana flexible, que presenta una sección transparente y una sección reflectante. Debido a la presión interna aumentada, la celda de presión cilíndrica se mantiene en su forma, de manera que la radiación solar que tiene incidencia a través de la sección transparente llega sobre la sección reflectante, curvada de forma esférica y, desde esta, se concentra sobre una tubería de absorción que discurre por la celda de presión.

60 Con una disposición de este tipo es fundamentalmente imaginable calentar una tubería de absorción, a lo largo de su extensión, que discurre a través de la celda de presión cilíndrica, estando protegida por la celda de presión ante el ensuciamiento y ante el enfriamiento por el viento. El así suprimido gasto para la limpieza de la tubería de absorción y, especialmente, la protección ante el enfriamiento son factores de costos no menospreciables en la producción de la corriente eléctrica de origen solar a escala industrial.

65 Una tubería de absorción convencional, por ejemplo, que discurre a la intemperie, pierde por la radiación térmica y por el enfriamiento debido al aire del entorno hasta 100 W/m, lo cual en una longitud de tubería de hasta 100 km (o

más) corresponde a una pérdida de 10 MW. Cada reducción de esta pérdida, por ejemplo, mediante la protección debido al enfriamiento por el viento, es por eso de importancia y se debe procurar conseguirla.

Además, el desarrollo del concentrador como membrana flexible, que posee un peso menor, permite construir toda la estructura portante del colector de forma más simple y, por ende, de forma más ventajosa, ya que frente a los espejos macizos convencionales apoyan considerablemente menos peso (correspondiente a la posición del sol) y deben ser girados. Finalmente, un concentrador que consta de una membrana flexible se puede fabricar también de forma más favorable y es más simple de llevarlo al sitio de construcción (que por su propia naturaleza se puede encontrar en zonas retiradas, por ejemplo, en un desierto), y también es más simple de montar, comparado con los concentradores convencionales.

El desarrollo de un colector parabólico con una celda de presión cilíndrica, sin embargo, no es practicable debido a las dimensiones indicadas anteriormente que son requeridas hoy en día. La superficie de ataque extremadamente grande formada por el cuerpo de membrana cilíndrico para, por ejemplo, el viento, requiere un refuerzo de la celda de presión cilíndrica por una celosía maciza, como ya es mencionado en el documento FR-PS indicado con respecto a "nervures annulaires" (nervaduras anulares) reforzadas del cuerpo cilíndrico. Mediante una celosía de este tipo, la cual entra en una estructura portante más liviana y más simple de construir para el cilindro, la forma de ejecución dada a conocer en el documento FR-PS pierde en medida considerable las ventajas mencionadas al comienzo respecto a una construcción más liviana y más favorable.

El documento FR-PS 2 326 347 muestra la misma forma constructiva de un colector parabólico con cuerpos colectores inflables. Aquí se considera que la radiación solar que incide sobre la sección transparente de la membrana se refleja parcialmente en función del ángulo de incidencia; prácticamente no, cuando la radiación solar incide verticalmente sobre la sección transparente, y con una porción ascendente, mientras llegue con más inclinación.

Una celda de presión con forma cilíndrica tiene la correspondiente propiedad, que (visto en dirección de la radiación solar) los rayos solares que inciden lateralmente se reflejan esencialmente, es decir, alcanzan al concentrador solamente en una porción reducida.

El colector parabólico representado en el documento FR-PS 2 363 347 de manera correspondiente posee una capa reflectante, la cual no se extiende sobre la posible mitad de la camisa del cilindro en sí, sino solamente sobre un segmento de esta mitad de cilindro.

De esta forma se obtiene, bajo la misma superficie del concentrador, un diámetro del cilindro aun más grande, comparado con la forma constructiva según el documento FS-PS 1 319 144, lo cual de manera correspondiente es menos favorable. Se busca la subsanación, por cuanto en el cuerpo cilíndrico se "cortan", por decirlo así, las secciones del revestimiento que discurren de forma paralela a la radiación solar; así se obtiene una estructura lenticular biconvexa, cuyo espesor o bien cuya altura, con respecto al diámetro del cilindro, está reducido en la porción invariable de luz solar incidente o bien reflectante.

La estructura biconvexa también puede ser reemplazada por una estructura, en la cual la membrana transparente está reemplazada por una placa fija (transparente), la cual está alineada de forma vertical con respecto a la luz solar incidente, con la ventaja de que apenas se refleja la radiación solar, y con la desventaja de que los costos para la fabricación de un colector parabólico de este tipo aumentan, puesto que las ventajas al emplear una membrana (construcción liviana, que también permite estructuras más favorables para el bastidor del colector, etc.) se han vuelto a perder por lo menos parcialmente.

El experto reconoce, además, que las formas de ejecución mostradas también en la configuración biconvexa, es decir, configuración lenticular, todavía presentan una altura considerable, ya que la zona de la línea focal se encuentra dentro de la celda de presión, por lo cual el radio de curvatura del concentrador es de manera correspondiente pequeño, lo que con un colector parabólico de 5 o 10 m de ancho da como resultado un volumen considerable de la celda de presión. La superficie de ataque también para el viento que incide lateralmente (por ejemplo, en posición de reposo para viento fuerte) es tan grande como antes, que también en este caso se debe agregar a la estructura portante para la celda de presión una celosía adicional que estabilice la celda de presión bajo al ataque del viento, es decir, no se puede omitir.

La estructura portante para la celda de presión puede constar esencialmente de un marco rectangular simple, en los cuales la celda de presión se sujeta a lo largo de sus bordes longitudinales.

El documento WO 90/10182 (que corresponde al documento US 5 365 920) muestra ahora en la Fig. 1 un colector parabólico que se reduce en altura en comparación con la realización con forma de cilindro, pero en la sección transversal debe permitir una gran expansión del concentrador 2 curvado con forma esférica. Esta gran expansión para una elevada concentración de la radiación trae consigo que la distancia de la tubería de absorción 6 no sea mucho más pequeña que el radio de curvatura del concentrador 2. Por otra parte, a causa de la curvatura esférica del concentrador 2, la zona de líneas focales está ensanchada de tal forma que tiene que "volverse a concentrar" la

radiación concentrable de manera solo insuficiente por el concentrador 2, lo cual se realiza con ayuda de un concentrador secundario 5 cilíndrico de acuerdo con la revelación mencionada. No obstante, el experto distingue con facilidad que esto apenas es posible mediante un concentrador secundario 5 cilíndrico: para la reflexión en el concentrador secundario 5, es aplicable que el ángulo de incidencia de la radiación sea el mismo que el ángulo de reflexión, los cuales ángulos se miden de manera relativa a la perpendicular de la zona de superficies respectiva del concentrador secundario 5. Esta perpendicular se abate ahora desde el eje longitudinal de la tubería de absorción 7 sobre la superficie del concentrador secundario. Para todos los rayos reflejados en el concentrador 2 en los que, a causa de la gran zona de líneas focales, la tubería de absorción 7 no alcanza una distancia (y, por ello, llegar al concentrador secundario 5), se considera, por ello, que esta tras su reflexión en el concentrador secundario cilíndrico no debe volver a alcanzar la misma distancia. El experto apenas podrá realizar, por consiguiente, la disposición representada en la Fig. 1 y, por ello, realizar las formas de realización preferentes que, de acuerdo con la revelación mencionada (página 9), no necesitan ventajosamente un concentrador secundario. Estas formas de realización muestran una celda de presión con un radio de curvatura suficientemente grande del concentrador 54. Una celda de presión de este tipo tiene, en este caso, la escasa altura ventajosamente deseada, debiendo disponerse, no obstante, la tubería de absorción 50 alejada fuera de la celda de presión.

El documento DE OS 27 33 915 (que corresponde al documento FR PS 2 398 982) muestra un colector parabólico convencional con un concentrador rígido (es decir, sin celda de presión) que está formado de acuerdo con el objetivo de mantener el concentrador en una alineación apropiada al sol y evitar un enfriamiento de la tubería de absorción (durante la noche). Para ello, se dispone un concentrador secundario en la zona de líneas focales detrás del foco f de la radiación concentrada, que refleja la radiación concentrada sobre una tubería de absorción estacionaria en comparación con el movimiento de giro del concentrador. La tubería de absorción estacionaria puede cerrarse, en este caso, durante la noche por puertas desde el exterior, de manera que se impide una pérdida de calor. Puesto que no existe una celda de presión, es superflua una reducción de la altura de la disposición. La altura o la distancia de la zona de líneas focales y, por tanto, también del concentrador secundario desde el concentrador corresponde a la altura o a la distancia de la tubería de absorción 50 (de acuerdo con el documento anteriormente mencionado WO 90/10182) desde el concentrador de las celdas de presión mostradas en ese caso.

De forma correspondiente poseen las actuales centrales solares construidas o planificadas, del tipo con colectores parabólico de aquel tipo convencional sin celda de presión, y no realizan las ventajas imaginables en sí (construcción liviana económica, mantenimiento simplificado a través de concentradores protegidos contra el ensuciamiento, sin enfriamiento de las tuberías de absorción por la acción del viento, etc.).

Con ello, el objetivo de la presente invención es poner a disposición un colector parabólico con una celda de presión, que es más realizable en los anchos convencionales, pero también en un ancho de 8 m, 10 m o más.

Con el fin de lograr este objetivo, el colector parabólico según la invención posee las características de la reivindicación 1.

De ese modo, el concentrador concentra la radiación solar que incide contra una zona de líneas focales que discurre por un lado externo de la celda de presión, puede estar concebido de forma plana, es decir, con un radio de curvatura más grande, lo que ofrece el fundamento de mantener la altura pequeña de la celda de presión; de esta forma, está previsto un concentrador secundario en la vía de la radiación que solamente se concentra, es decir, por la zona de líneas focales, la tubería de absorción se puede disponer dentro de la celda de presión en un lugar adecuado, sin aumentar su altura, con la consecuencia que la celda de presión, por ejemplo, se puede construir sin una celosía de refuerzo propia y, con ello, se pueden aprovechar sus ventajas como una solución de construcción liviana de bajo costo.

Más allá del objetivo presentado, se indica por las características de la reivindicación 6 un procedimiento de fabricación para un colector parabólico de este tipo, que no debe aplicarse a ensayos y también es adecuado como instrumento para el experto, y que posibilita poner a disposición de manera rápida y sencilla el concentrador secundario para un colector en un caso concreto y, por tanto, en caso dado, también poder fabricarse en el mismo lugar de manera apropiada, mejorada o corregida. Para esto último, también pueden considerarse colectores convencionales para reequipamientos.

El procedimiento de acuerdo con la invención posibilita un cálculo sencillo y no costoso de la curvatura de la superficie reflectante del concentrador secundario, con respectivamente la precisión deseada, de manera que puede fabricarse y ponerse a disposición sin más de manera apropiada cada interpretación de un colector parabólico, en el caso concreto, del concentrador secundario.

Las formas de ejecución preferidas poseen las características de las reivindicaciones dependientes.

La invención se describe detalladamente mediante las figuras. Se muestra en la:

Fig. 1 una vista esquemática del colector parabólico según la invención,

Fig. 2 un corte transversal practicado a través del colector parabólico de la Fig. 1 con una primera disposición del concentrador secundario,

5 Fig. 3 un corte transversal esquemático practicado a través del colector parabólico de la Fig. 1 con una segunda disposición del concentrador secundario,

Fig. 4 una forma de ejecución preferida del colector parabólico según la invención,

10 Fig. 5 un corte transversal practicado a través de la celda de presión de un colector parabólico con dos cámaras de presión,

Fig. 6 un corte transversal practicado a través de una tubería de absorción, y

15 Fig. 7 un sistema de coordenadas situado en la disposición de la Fig. 4 con los vectores utilizados en el procedimiento según la invención.

La Figura 1 muestra una vista del colector parabólico 1 según la invención con una estructura portante 2, que consta de un marco rectangular 3, que está apoyado sobre un dispositivo de giro 4, el cual a su vez descansa sobre soportes 5 adecuados. El dispositivo de giro 4 permite alinear el colector parabólico 1 según la correspondiente posición del sol. El marco rectangular 3 está formado preferentemente de hormigón, lo cual es favorable para una fabricación más fácil en el lugar, es decir, en la misma obra.

20 La Figura muestra, además, una celda de presión 10 bajo presión de servicio, es decir, en estado inflado con la forma de tipo cojín simbolizada por las líneas auxiliares 11. La longitud de un colector parabólico 1 de este tipo puede sobrepasar los 250 metros, y el ancho los 10 metros. La altura de la celda de presión 10 es dependiente del ancho, pero en ningún caso más pequeña que este.

30 Una tubería de absorción 12 se calienta por la radiación solar reflejada; el concentrador se encuentra en la celda de presión 10 y no es visible, por ello, en la Figura. La tubería de absorción 12 está colgada en un apoyo 13, de manera que se encuentra en la zona de líneas focales del concentrador.

En las Figuras siguientes se utilizan los mismos números de referencia para las mismas piezas.

35 La Figura 2 muestra un corte transversal esquemático practicado a través de una primera forma de ejecución 20 del colector parabólico 1. El dispositivo de giro 4 está formado por un estribo de giro 6 en forma de arco, el cual marcha en un accionamiento de giro 7, que ajusta el estribo de giro 6 a través de los rodillos 8 y, con ello, alinea el marco 3 en la posición deseada.

40 En el marco 3 se encuentra fijada (y, con ello, sujeta a través de éste), la celda de presión 25, que está formada por las secciones de membrana 26,27 flexibles, cuyas dos están situadas delante, unidas a lo largo de sus bordes 28,29. La una, en este caso la sección 26 membrana de superior, es por lo menos transparente parcialmente para la luz solar que incide, representada mediante los rayos 30,31; la otra, la sección de membrana 27 inferior, está formada como concentrador 33 por un recubrimiento 32 reflectante orientado hacia los rayos solares 30,31.

45 Bajo la presión de servicio, las secciones de membrana 26,27 se someten a presión y con ello se curvan de forma esférica, de manera que el concentrador 33 adquiere su forma parabólica en el marco 3, que le ha dado el nombre a esta serie de colectores solares.

50 Mediante la curvatura esférica se obtiene, con respecto a una curvatura parabólica exacta, que los rayos 30',31' reflejados por el concentrador 33 se concentran en una zona de líneas focales 34, y no en una línea focal. La zona de líneas focales 34 está indicada esquemáticamente por la línea punteada. El diseño de un colector parabólico 20 a construir, es decir, el largo, el ancho, etc., es decir, también el diseño del radio de curvatura 36, se realiza por el experto con respecto a un proyecto específico.

55 El radio de curvatura 36 del concentrador 33 está elegido de forma tan grande que la zona de líneas focales 34 se encuentra fuera de la celda de presión 25, con la ventaja de que esta está diseñada de forma plana, es decir, posee una altura reducida. En el caso de vientos fuertes, la célula de presión 25 puede ser alineada por el accionador de giro 7 de tal forma que queda expuesta al ataque del viento solo por el lado estrecho, con su altura más pequeña. Con esto, se suprime una celosía adicional, la cual estabiliza la celda de presión 25 (o bien también otras medidas constructivas para la estabilización de la celda de presión 25). La celda de presión 25 junto con el concentrador 33 posee, con respecto a un concentrador construido de forma maciza convencional, un peso menor, con la consecuencia de que el marco 3, pero también el dispositivo de giro 4, pueden dimensionarse de forma más pequeña con los soportes 5. Como consecuencia de esta construcción liviana, se obtiene no solo una reducción en los costos respecto a los materiales, sino también una simplificación considerable en la fabricación y el montaje, que  
65 son especialmente adecuados para las zonas alejadas, como las zonas desérticas.

- En la celda de presión 25 están previstos, además, un concentrador secundario 40 y una tubería de absorción 42, que están suspendidos en la placas de sujeción 45 del marco 3 sobre una celosía portante con soportes 44 indicados con línea a trazos. Con ello, permanece la ventaja, a pesar del gran radio de curvatura del concentrador 33, de que la radiación solar 30,31 no debe pasar dos veces a través de la membrana 26 transparente; con la consecuencia de que también la pérdida debido al envejecimiento de la membrana 26 se mantiene de manera correspondiente pequeña: por pérdida de un tanto por ciento en la transparencia de la membrana 26 (por ejemplo, ensuciamiento o rasgaduras de la superficie) al pasar dos veces la radiación 30,31 por la membrana 26, resultaría una doble pérdida de energía de respectivamente dos por ciento.
- El diseño y el dimensionamiento de la celosía portante arriba mencionada puede efectuarse por la persona experta fácilmente para un colector parabólico 1 específico a construir.
- En la tubería de absorción 42 circula, de forma conocida, un fluido que transporta calor, el cual transporta fuera el calor generado por la radiación 30,31 concentrada que incide.
- Los gastos de mantenimiento para el concentrador secundario 40 y la tubería de absorción 42 son bajos, ya que ambos (como también el mismo concentrador 33) están protegidos contra el ensuciamiento por la celda de presión 25. Esta puede llenarse, además, en lugar del aire ambiente, por ejemplo, con nitrógeno, lo que adicionalmente impide o retarda la corrosión tanto de la capa reflectante del concentrador 33 como también del concentrador secundario 40 (en caso que él, por ejemplo, fuese de chapa, véase más adelante). Alternativamente a esto, el aire en la celda de presión 25 puede deshumedecerse.
- Con ello, el concentrador secundario 40 está dispuesto en la vía de la radiación 30',31' concentrada por el concentrador 33 y desarrollado de tal forma que la radiación 30',31' concentrada continúa concentrándose frente a una zona de líneas focales 41 secundaria en el lugar de la tubería de absorción 42. Resulta de esto una disposición en la cual el concentrador secundario 40 queda de forma opuesta al concentrador 33 y dispuesto cerca de la sección de membrana 26 transparente, donde la tubería de absorción 42 discurre entre el concentrador 33 y el concentrador secundario 40. Como la curvatura del concentrador 33 con un ancho dado del colector parabólico 1 está poco pronunciada (radio de curvatura 36 grande), la zona de líneas focales 34 posee solamente una pequeña expansión, con la ventaja de que el concentrador secundario 40 tiene trazado estrecho y solo proyecta poca sombra.
- La tubería de absorción 42 está protegida de las influencias externas como el viento y pierde de manera correspondiente poco calor.
- El diseño de base representado en la Figura para un colector parabólico, según la invención presente, es simétrico con respecto a un plano de simetría que discurre en el centro y longitudinalmente de la ranura formada por el concentrador 33, que está indicado por la línea 43 de puntos y trazos.
- La Figura 3 muestra una segunda forma de ejecución del colector parabólico 1 según la invención. Una estructura portante 50 divide el concentrador 51 en varias zonas, en este caso dos zonas 52,53 que discurren longitudinalmente, y están inclinadas entre sí en forma de V y, como están sometidas a presión, están curvadas cada una de forma esférica. Los rayos solares 30',31' concentrados caen cada uno sobre una zona 55,56 asignada de un concentrador secundario 54, desarrollado de manera correspondiente, y llegan hasta la tubería de absorción 42 desde éste como rayos 30",31" concentrados ulteriormente. El concentrador 51 y el concentrador secundario 54 están divididos, de esta forma, cada uno en dos zonas 52,53 y 55,56 simétricas entre sí, y que discurren longitudinalmente.
- Con una altura de construcción no esencialmente aumentada de la celda de presión 25, esta disposición posee la ventaja de que proyecta solamente poco o nada de sombra sobre las zonas del concentrador 52,53 y la tubería de absorción 42 propiamente tal está iluminada por la luz solar.
- La Figura 4 muestra otra forma de ejecución preferida del colector 1 según la invención. El concentrador 60 presenta dos zonas 61,62 reflectantes que discurren longitudinalmente, que encierran entre sí una franja central 63, la cual pertenece ventajosamente a la estructura portante del colector de ranura y con ello es transitable. De esta forma, la tubería de absorción 64, que discurre sobre la franja central 63, es fácilmente accesible para el montaje y el mantenimiento, así como el concentrador secundario 65 también dispuesto sobre la franja central 63 y que discurre por debajo de la sección de membrana 26 transparente, el cual a su vez posee dos zonas 66,67, las cuales cada una continúa concentrando la radiación solar 30',31' de la zona 61,62 asignadas a ello del concentrador 60, frente a la tubería de absorción 64. Esta disposición posee una altura de construcción menor no modificada con respecto a aquellas de la Figura 2, es favorable para el montaje y el mantenimiento, pero adicionalmente insensible frente a la sombra que proyecta el concentrador secundario, ya que ambas zonas 61,62 del concentrador 60, estando separadas entre sí por la franja central 63, no pueden ser alcanzadas o sólo de forma marginal por la sombra.
- Fundamentalmente es deseable desarrollar la zona de líneas focales lo más pequeña posible, lo que da como resultado una alta temperatura y, por ende, a un mejorado rendimiento de las máquinas térmicas de la central solar. Por otro lado, en una zona de líneas focales que se acerca a la línea focal ideal, pueden generarse temperaturas

que llegan a encandecer localmente la tubería de absorción convencional, que es de metal.

La distribución de temperatura en la tubería de absorción 42,64 es determinada esencialmente por el diseño de los concentradores secundarios 40,54,65, ya que el concentrador está siempre curvado de forma esférica como membrana sometida a presión. En un caso específico, la distribución deseada de la temperatura en la tubería de absorción 42,64 se logra de forma transversal a su largo por la correspondiente curvatura del concentrador secundario 40,54,65 o bien de sus zonas 55,56 o 66,67. Un perfil adecuado de la curvatura puede determinarse fácilmente por el experto, por ejemplo, mediante los ensayos. Así se puede, por ejemplo, hacer marchar de forma paralela sobre un riel una pequeña lámpara láser (lo que simula los rayos del sol) y puede representarse sobre una angosta franja reflectante dispuesta de forma vertical respecto al rayo (con la curvatura del concentrador) mediante el desplazamiento paralelo de la lámpara de la zona de líneas focales del concentrador. En el lugar del concentrador secundario se encuentra, por otro lado, una segunda franja angosta reflectante (también dispuesta de forma vertical con respecto al rayo), cuya curvatura se puede modificar continuamente, siempre durante tanto tiempo hasta que se haya generado el resultado deseado para la zona de líneas focales secundaria o una línea focal.

Aquí se debe agregar que la línea focal ideal fundamentalmente no puede generarse debido al diámetro del sol. Más allá del objetivo planteado se obtiene en la configuración según la invención, por el empleo de unos concentradores secundarios 40,54,65 la ventaja de que la vía de luz entre el concentrador 33,60,65 y la tubería de absorción 42,64 es más corta como sería el caso en una configuración comparable sin el concentrador secundario 40,54,65; con ello, el desenfoque es más pequeño y se puede lograr una línea focal aproximadamente mejorada de forma teórica.

Ventajosamente, los concentradores secundarios 40,54,65 constan de un perfil de chapa (o de dos de estos perfiles, que después forman las zonas 55,56 o 66,67 del concentrador secundario), que está extendida curvada de forma transversal con respecto a su largo y posee una capa reflectante por su lado cóncavo. El experto determina entonces (como mencionado anteriormente, en caso dado mediante los ensayos) la curvatura deseada del perfil de manera que, en la posición relativa predeterminada del concentrador 33,60,65 y el concentrador secundario 40,54,65, se forma la zona de líneas focales deseada. Alternativamente, según el desarrollo de la tubería de absorción 64 (véase más adelante, Figura 6) naturalmente puede pretenderse también una línea focal en lugar de una zona de líneas focales.

La curvatura predeterminada también puede ser aproximada por el número de secciones rectas, que le siguen al perfil de la curvatura; si se emplea un perfil de chapa, la forma de perfil a fabricar se fabrica fácilmente mediante un rebordado único o múltiple.

Por otro lado, la forma de perfil deseada se puede fabricar fácilmente mediante la conformación de una chapa en una prensa, lo cual permite definir exactamente la zona de líneas focales (o la línea focal). La capa reflectante se puede aplicar antes o después del proceso de conformación sobre la chapa o bien sobre el lado cóncavo del perfil de chapa fabricado.

Con otras palabras, se puede decir que también el concentrador secundario 40,54,65 está construido de forma simple y robusta y de un peso menor en comparación; además, es también fácilmente transportable y puede, en caso dado, ser fabricado en el mismo lugar.

La Figura 5 muestra un corte transversal practicado a través de otra forma de ejecución de una celda de presión 70 para un colector parabólico 1, que está subdividido por el concentrador 71 en una primera cámara de presión 72 y una segunda cámara de presión 73. Un lado 74 reflejando la radiación solar 30,31 del concentrador 71 da de cara a la zona transparente de la sección de membrana 26 por lo menos parcialmente transparente. La Figura muestra, además, un lado 75 del concentrador 71 que está opuesto a la radiación solar. En la primera cámara de presión 72 predomina una presión más alta que en la segunda cámara de presión 71, de manera que el concentrador bajo la presión de servicio está curvado de forma esférica y la radiación 30,31 está concentrada sobre el concentrador secundario.

La ventaja de esta disposición consiste en que la diferencia de presiones capaces para el servicio en las cámaras de presión 72,73 puede mantenerse bastante pequeña, lo que permite desarrollar el concentrador 71 de manera correspondiente de pared delgada y, con ello, prever una capa reflectante de alta calidad. Frente a ello, las secciones de membrana 26 y 75 pueden estar desarrolladas de forma robusta.

En la primera cámara de presión 72, la presión de servicio se aplica a través de una tubería de fluido desarrollada preferentemente como una tubería de aire 77, donde como bomba de fluido preferentemente está previsto un ventilador 78. La segunda cámara de presión 73 es alimentada a través de una tubería de flujo de retorno 79, la cual une entre sí ambas cámaras de presión 72,73. La (escasa) diferencia de presiones entre las cámaras de presión 72,73 se genera por otra bomba de fluido desarrollada como ventilador 80. Esta diferencia es más pequeña que 0,05 mbar, se encuentra preferentemente en un rango desde 0,05 hasta 0,2 mbar y, preferentemente de forma especial, en el rango desde 0,05 hasta 0,1 mbar.

A través de estos medios se genera y se mantiene en las cámaras de presión 72,73 una presión de servicio en cada

una, en una medida predeterminada, cuando durante el servicio el volumen de una o de ambas cámaras de presión 72,73 se modifica debido a influencias externas como, por ejemplo, el viento. Esto es especialmente el caso cuando, debido a las ráfagas de viento, la parte convexa de las secciones de membrana 26 o 27 es presionada o deformada de otra forma. Mediante los medios previstos, la presión diferencial permanece esencialmente siempre constante, de  
 5 manera que el concentrador desarrollado con pared delgada mantiene su forma esférica y tampoco puede someterse a un esfuerzo excesivo: el volumen de las cámaras de presión se reduce si el aire encerrado puede salir rápidamente, en caso dado, también contra la dirección de trabajo de los ventiladores. Esta configuración complementa las propiedades favorables de la celda de presión 25 según la invención, es decir, permite la aplicación de un concentrador con capa reflectante de alta calidad, sin que la celda de presión deba apoyarse mediante una  
 10 celosía propia (u otras medidas). Una celda de presión 70 con dos cámaras de presión 72,73 del tipo indicado está descrita en el documento PCT/CH2007/000480 de la misma solicitante, cuyo contenido se incorpora en esta solicitud, especialmente con respecto a la ejecutabilidad y al alcance de protección de la presente invención.

La Figura 6 muestra una tubería de absorción 70, con un revestimiento 77, el cual reduce hacia el exterior la emisión de calor, pero que presenta una abertura térmica 72 que discurre longitudinalmente, que permite el paso de la radiación solar 30",31" concentrada en el concentrador secundario 40,54,65 a través del revestimiento 77 hacia la cámara interior 73 de la tubería de absorción 70. Con ello, el calor concentrado de la tubería de absorción es conducido desde el interior, de manera que el revestimiento 77 puede ser aislado de forma simple e impecable. El fluido que transporta el calor circula por la cámara 75 de tipo anular formada entre la cámara interior 73 y el  
 15 revestimiento 77. La pared de la cámara interior 76, desarrollada preferentemente en forma de ondas, dispersa la radiación solar de incidencia local a través de un reflejo múltiple difuso sobre su completa superficie, hasta que se ha absorbido completamente.

Esta construcción permite con respecto a las tuberías de absorción del estado actual de la técnica, un aislamiento mejorado contra la pérdida de calor y complementa al respecto las ventajas que se logran por la presente invención. Si la curvatura del concentrador secundario se determina a una abertura térmica 72 lo más pequeña posible, se logra un aprovechamiento térmico óptimo a través de un colector parabólico según la presente invención.

La Figura 7 muestra ahora en la disposición de la Fig. 4 un sistema de coordenadas x,y de los vectores utilizados con el procedimiento de acuerdo con la invención, encontrándose el sistema de coordenadas en un plano transversal, en este caso, el concentrador secundario 65. Naturalmente, también se insertan en una sección transversal por el colector parabólico 20 (Fig. 2) o en un colector de cualquier forma de construcción.

Para la ilustración está indicada en la Fig. 7 la franja central 63 que, no obstante, no desempeña ningún papel para el cálculo expuesto a continuación. Se deduce el concentrador 32,62 dado, que en la sección transversal representada, presente en este caso sometido a presión, está formado de manera arqueada, y para el cual debe determinarse un concentrador secundario 40,65. Además, se deduce la radiación solar 31, la radiación solar 31' reflejada en el concentrador 32,62 y la radiación solar 31" (representada con rayas) reflejada por el contrario en el concentrador secundario, que da sobre la tubería de absorción 42,64 indicada con una línea de trazos y se absorbe desde esta. En la Figura está representada la tubería de absorción 42,64 por el punto focal o un punto sobre la línea focal  $F(0;y_\varphi)$ . La tubería de absorción 42,64 está predeterminada, por tanto, igual que el concentrador 32,62, es decir, fijada para el cálculo.

En los pasos descritos a continuación del procedimiento de fabricación del concentrador secundario 40,65 están marcados como tales los vectores mediante subrayado.

$\underline{C}(x_c;y_c)$  señala el punto central de curvatura del concentrador 32,62 fijado.  $\underline{PM}(\varphi)$  señala un punto general del concentrador 32,62 (o de la superficie del concentrador);  $R_M$ , del radio de curvatura del concentrador 32,62, que discurre por el punto  $\underline{PM}(\varphi)$ , donde  $\varphi$  del ángulo está desde  $R_M$  al eje y.

Con otras palabras, se señalan por los ángulos  $\varphi$  todos los puntos del concentrador 32,62 desde los cuales debe reflejarse la radiación solar 31 en la tubería de absorción 42,64.

Los vectores  $\underline{s}(\varphi)$ ,  $\underline{s}'(\varphi)$  y  $\underline{s}''(\varphi)$  son vectores de unidad en la vía de los respectivos rayos solares (y ya no se representan cada vez, para simplificar, como función de  $\varphi$  explícitamente a continuación):  $\underline{s}$  se encuentra en la vía del rayo solar 31,  $\underline{s}'$  se encuentra en la vía del rayo 31' reflejado en el concentrador 32,62 y  $\underline{s}''$  se encuentra en la vía del rayo 31" reflejado en el concentrador secundario.

$R_M$  forma como radio de curvatura la perpendicular sobre el concentrador en el punto  $\underline{PM}(\varphi)$ . El rayo incidente y reflejado forma el mismo rayo en perpendicular, de manera correspondiente tienen los ángulos entre  $R_M$  y el rayo 31 así como  $R_M$  y  $\underline{s}'$  el mismo tamaño y el mismo  $\varphi$ .

El rayo 31' reflejado alcanza el concentrador secundario 40,65 en el punto  $\underline{SM}(\varphi,k)$ , siendo desconocido el valor de k como factor de extensión para  $\underline{s}'$ .

$\underline{t}_{SM}(\varphi)$  es la tangente en el concentrador secundario 40,65 en el punto  $\underline{SM}(\varphi,k)$ .

5 Los factores de unidad  $\underline{s}'$  y  $\underline{s}''$  encierran entre sí un ángulo  $2\alpha$ . Puesto que la tangente  $\underline{t}_{SM}$  está en el concentrador secundario 40,65 en el punto  $\underline{SM}(\varphi, k)$ , está también, por tanto, en la bisectriz entre  $\underline{s}'$  y  $\underline{s}''$ , de acuerdo con el principio anteriormente explicado, según el cual el rayo incidente y reflejado adopta el mismo ángulo en perpendicular ( $\underline{t}_{SM}$  se encuentra como tangente vertical en dirección perpendicular en el punto  $\underline{SM}(\varphi, k)$ ).

10 Si ahora el factor  $k$  desconocido se determina de forma que  $\underline{s}''$  sale del punto focal  $E$  (o la tubería de absorción 42,64),  $\underline{SM}(\varphi, k)$  es conocido. Con ello, se conoce la forma de la superficie reflejada del concentrador secundario 40,65, puesto que cada valor  $\varphi$  (es decir, cada punto radiado sobre la superficie del concentrador) puede asignarse a un punto correspondiente sobre la superficie del concentrador secundario 40,65, el cual forma puntos correspondientes junto a la superficie del concentrador secundario 40,65 solicitado.

15 En resumen, la suma vectorial de los vectores  $\underline{C} + \underline{CPM}(\varphi) + k \cdot \underline{s}'$  es la misma que el vector  $\underline{SM}(\varphi, k)$ , que corresponde en el sistema de coordenadas al punto respectivo, correspondiente a un ángulo  $\varphi$ , de la superficie reflejada del concentrador secundario 40,65.

20 En una forma de realización preferente del procedimiento de fabricación de acuerdo con la invención, se determina  $k$  por que los productos escalares  $\underline{s}' \cdot \underline{t}_{SM}(\varphi)$  y  $\underline{s}'' \cdot \underline{t}_{SM}(\varphi)$  se equiparan a  $\underline{s}' \cdot \underline{t}_{SM}(\varphi) = \underline{s}'' \cdot \underline{t}_{SM}(\varphi)$ , puesto que el respectivo ángulo  $\alpha$  integrado es del mismo tamaño. En esta forma de realización preferente, el cálculo se presenta como sigue:

$$\underline{s} = \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \end{pmatrix}$$

y, con ello, es

$$= \underline{C} + R_m \cdot \begin{pmatrix} \sin \varphi \\ -\cos \varphi \end{pmatrix}$$

$\underline{PM}(\varphi)$

y

$$= \begin{pmatrix} -\sin 2\varphi \\ \cos 2\varphi \end{pmatrix}$$

$\underline{s}'$

25

La ecuación del concentrador secundario 32,62 tiene, véase arriba, la forma

$$\underline{SM}(\varphi, k) = \underline{PM}(\varphi) + k \cdot \underline{s}'(\varphi)$$

30

con lo cual la tangente  $\underline{t}_{SM}(\varphi)$  como una derivación de la expresión

$$= \underline{PM}(\varphi) + k \cdot \underline{s}'(\varphi)$$

se convierte en

$$\begin{aligned} \underline{t}_{SM}(\varphi) &= \frac{d\underline{SM}}{d\varphi} = \frac{d\underline{PM}}{d\varphi} + \frac{dk}{d\varphi} \cdot \underline{s}' + k \cdot \frac{d\underline{s}'}{d\varphi} = \\ &= R_m \begin{pmatrix} \cos \varphi \\ \sin \varphi \end{pmatrix} + \frac{dk}{d\varphi} \cdot \begin{pmatrix} -\sin 2\varphi \\ \cos 2\varphi \end{pmatrix} + 2 \cdot k \cdot \begin{pmatrix} -\cos 2\varphi \\ -\sin 2\varphi \end{pmatrix} \end{aligned}$$

35  $\underline{s}''$  es

$$\underline{s}''(\varphi) = \frac{\underline{s}'' - f}{|\underline{s}'' - f|} \longrightarrow \begin{pmatrix} x_c \\ y_c \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0 \\ y_f \end{pmatrix} + R_m \begin{pmatrix} \sin \varphi \\ -\cos \varphi \end{pmatrix} + k \begin{pmatrix} -\sin 2\varphi \\ \cos 2\varphi \end{pmatrix}$$

$$\hookrightarrow \sqrt{(x_c + R_m \sin \varphi - k \sin 2\varphi)^2 + (y_c - y_f - R_m \cos \varphi + k \cos 2\varphi)^2} = \sqrt{\dots}$$

$$= \sqrt{\dots}$$

La raíz en el denominador de la ecuación para  $\underline{s}''$ , abreviado ya no se resuelve después de forma analítica.

5 Ahora que están calculados  $\underline{s}'; \underline{s}''$  y  $\underline{t}_{SM}(\varphi)$ , pueden utilizarse, por consiguiente, en  $\underline{s}' \cdot \underline{t}_{SM}(\varphi) = \underline{s}'' \cdot \underline{t}_{SM}(\varphi)$ .

Da como resultado que

$$\begin{aligned} \underline{s}' \cdot \underline{t}_{SM} &= -\sin 2\varphi \left( R_m \cos \varphi + \frac{dk}{d\varphi} \sin 2\varphi + 2k \cos 2\varphi \right) + \\ &+ \cos 2\varphi \left( R_m \sin \varphi + \frac{dk}{d\varphi} \cos 2\varphi + 2k \sin 2\varphi \right) = \\ &= R_m \cdot \underbrace{(-\sin 2\varphi \cos \varphi + \cos 2\varphi \sin \varphi)}_{=\sin(-2\varphi + \varphi) = -\sin(\varphi)} + \frac{dk}{d\varphi} \underbrace{(\sin^2 2\varphi + \cos^2 2\varphi)}_1 + 2k \cdot \underbrace{(\sin 2\varphi \cos 2\varphi - \sin 2\varphi \cos 2\varphi)}_0 \end{aligned}$$

$$\underline{s}' \cdot \underline{t}_{SM} = \frac{dk}{d\varphi} - R_m \sin \varphi$$

y que

$$\underline{s}'' \cdot \underline{t}_{SM} = \frac{1}{\sqrt{\dots}} \cdot \left\{ \begin{aligned} &\left( R_m \cos \varphi + \frac{dk}{d\varphi} \sin 2\varphi + 2k \cos 2\varphi \right) (x_c + R_m \sin \varphi + k \sin 2\varphi) + \\ &\left( R_m \sin \varphi + \frac{dk}{d\varphi} \cos 2\varphi + 2k \sin 2\varphi \right) (y_c - y_f + R_m \cos \varphi + k \cos 2\varphi) \end{aligned} \right\}$$

10 se utilizan los valores anteriormente obtenidos para  $\underline{s}' \cdot \underline{t}_{SM}(\varphi)$  y  $\underline{s}'' \cdot \underline{t}_{SM}(\varphi)$  en la ecuación  $\underline{s}' \cdot \underline{t}_{SM}(\varphi) = \underline{s}'' \cdot \underline{t}_{SM}(\varphi)$  y estos

$$= \sqrt{\dots}$$

se resuelven por  $dk / d\varphi$ , da como resultado una expresión elíptica respecto a  $\varphi$  que puede integrarse analíticamente solo de manera costosa.

15 De manera correspondiente, la función obtenida anteriormente

$$\frac{dk}{d\varphi} = F(k, \varphi)$$

en todavía otra forma de realización preferente como  $K = k(\varphi)$  se determina numéricamente. El experto puede hacer esto sin más mediante el programa *mathcad* de la empresa *mathsoft*.

20 Los valores obtenidos para  $k(\varphi)$  pueden, en este caso, utilizarse en  $\underline{SM}(\varphi)$  y, con ello, determinarse la forma del concentrador secundario 40,65 a través de una línea de puntos. Por ejemplo, el método de los mínimos cuadrados produce, en este caso, una forma continua que siempre se aproxima a la forma ideal con el número aumentado de puntos  $\underline{SM}(\varphi)$  determinados (o un intervalo que disminuye  $\Delta(\varphi)$ ).

25 El experto puede elegir ahora si la línea de puntos anteriormente explicada se determina con mayor o menor  $\Delta(\varphi)$ , es decir, si los puntos están juntos de forma menos o más ajustada, de manera que surge una zona de líneas focales o

una línea focal exacta en el mismo lugar de la tubería de absorción 42,64. Con ello puede influenciarse, en el caso concreto, la distribución de temperatura descrita anteriormente en relación con la Figura 3 sobre la tubería de absorción en el sentido deseado.

5 Respecto al diámetro del disco solar, los rayos solares 31 llegan no solo de manera paralela al concentrador 32,62, sino con un ángulo de abertura de aproximadamente 0,5 grados. De manera correspondiente, puede determinarse por el procedimiento anteriormente descrito, por ejemplo, la forma del concentrador secundario 40,65 respectivamente para un vector unitario  $\underline{s}$ , que discurre paralelo al eje  $y$ , y para un vector unitario  $\underline{s}$ , que está inclinado alrededor de 0,25 grados hacia la izquierda y hacia la derecha con respecto al eje  $y$ . Se deducen, en este caso, tres formas para el concentrador secundario 40,65, respectivamente, una zona en la que debe encontrarse su superficie, en la cual puede efectuarse una optimización.

10 En una forma de realización preferente, se suponen para mayor simplificación los rayos solares incidentes paralelos, encontrándose más preferentemente paralelos al plano de simetría central del concentrador 32,62.

15 El procedimiento anteriormente indicado permite determinar el vector unitario  $\underline{s}'$  también en el caso de un concentrador no arqueado, por ejemplo, en este caso, cuando esta está formada con forma de parábola. Sin embargo, en otro ejemplo de realización preferente, el concentrador 32,62 se supone arqueado en sección transversal.

20 En aún otra forma de realización preferente del procedimiento de fabricación de acuerdo con la invención, el origen del sistema de coordenadas se supone en el punto central de curvatura  $\underline{C}$  del concentrador 32,62.

25 Si se ha determinado una vez la forma de la superficie reflectante del concentrador secundario 40,65, puede transferirse al concentrador secundario, preferentemente a un bloque de gomaespuma adecuada que forma el cuerpo del concentrador secundario, sobre el cual, en este caso, la curva que corresponde a la superficie tratada de la gomaespuma se cubre con una lámina reflectante, y de esta manera se fabrica un concentrador secundario 40,65 incorporado en el colector parabólico. Más preferentemente, estos bloques de gomaespuma poseen una longitud homogénea de, por ejemplo, 2 m y se insertan de manera compuesta, en este caso, a los colectores parabólico que van a equiparse.

30 Con ello, se deduce un concentrador secundario 40,65 en estado de funcionamiento, que se ajusta a un concentrador 32,62 fijado así como una tubería de absorción 42,64 fijada. Aunque un concentrador secundario 40,65 de este tipo es adecuado especialmente para la instalación en una celda de presión, también puede ser utilizado, naturalmente, sin celdas de presión en colectores parabólicos convencionales (por ejemplo, en cuanto a la trayectoria de los rayos reducida anteriormente explicada). Del mismo modo, el procedimiento de acuerdo con la invención puede utilizarse, por ejemplo, en colectores Dish-Sterling con colector redondo (y no acanalado) cuando la radiación debe concentrarse a través de un orificio en el concentrador sobre un punto que se encuentra detrás del concentrador.

40

REIVINDICACIONES

1. Colector parabólico para una central solar con un concentrador desarrollado como membrana flexible y al que se puede aplicar presión en una celda de presión (10,25,70), que a presión de servicio concentra la radiación solar (30,31) incidente en la celda de presión (10,25,70) sobre una zona de línea focal (34), y con una tubería de absorción (42,64) para la absorción de la radiación solar (30',31'') concentrada, estando dispuesta la tubería de absorción (42,64) en la celda de presión (10,25,70) y, además, estando previsto un concentrador secundario (40,54,65) dentro de la celda de presión (10,25,70) que se encuentra en la vía de la radiación (30',31'') concentrada y que está desarrollado de tal manera que la radiación (30',31'') concentrada se concentra más sobre una zona de líneas focales secundarias o una línea focal secundaria en el lugar de la tubería de absorción (42,64), **caracterizado por que** la zona de líneas focales se encuentra fuera de la celda de presión (10,25,70).

2. Colector parabólico según la reivindicación 1, presentando la celda de presión (10,25,70) formada por lo menos parcialmente por una membrana flexible una zona transparente para la radiación solar (30,31) que hay que reflejar, presentando el concentrador (33,60,71) un lado (74) reflectante de la radiación solar (30,31) orientado hacia la zona transparente, y un lado (75) en sentido opuesto a la radiación (30,31), dividiéndose al mismo tiempo la celda de presión (10,25,70) en una primera cámara de presión (72) y una segunda cámara de presión (73), y estando previstos medios configurados como ventiladores (78,80), con el fin de generar y mantener en cada una de las cámaras de presión (72,73) la presión de servicio en una determinada medida cuando durante el funcionamiento se modifica el volumen en una o en ambas cámaras de presión (72,73) por influencias externas.

3. Colector parabólico según las reivindicaciones 1 o 2, siendo la presión diferencial predeterminada menor de 0,5 mbar, preferentemente en un intervalo desde 0,05 hasta 0,2 mbar y, con especial preferencia, que se encuentra en el intervalo desde 0,05 hasta 0,1 mbar, y/o estando dispuesto el concentrador secundario (40,54,65) de manera opuesta al concentrador (33,60,71), cerca de la membrana (26) con la zona transparente para la radiación solar (30,31), y discurriendo la tubería de absorción (42,64) entre el concentrador (33,60,71) y el concentrador secundario (40,54,65).

4. Colector parabólico según una de las reivindicaciones 1 a 3, presentando la tubería de absorción (64) un revestimiento (77) que reduce la emisión de calor hacia el exterior, y una abertura térmica (72) que discurre longitudinalmente en el revestimiento (77), permitiendo dicha abertura (72) el paso de la radiación solar (30,31) concentrada posteriormente desde el concentrador secundario (40,54,65) a través del revestimiento (77) hacia la cámara interna (73) de la tubería de absorción (42,64), estando además desarrollada la tubería de absorción (64) de tal forma que un fluido que transporta calor circula entre el revestimiento (77) y la cámara interna (73) y de este modo puede evacuar el calor de radiación incidido a través de la abertura térmica (72).

5. Colector parabólico según la reivindicación 1, estando divididos el concentrador (33,51,60,71) y el concentrador secundario (40,54,65) cada uno en dos zonas simétricas entre sí que discurren longitudinalmente.

6. Procedimiento para la fabricación de un colector parabólico según la reivindicación 1, que comprende los siguientes pasos para determinar la forma de la superficie reflectante del concentrador secundario:

- adopción de al menos un plano transversal del concentrador secundario, procediendo en este como sigue:

- determinación del vector unitario  $\underline{s}(\varphi)$  de la radiación solar incidente
- determinación del vector unitario  $\underline{s}'(\varphi)$  de la radiación solar reflejada en el concentrador
- adopción de un vector unitario  $\underline{s}''(\varphi)$  de la radiación solar reflejada en el concentrador secundario
- determinación de un número de puntos  $\underline{SM}(\varphi)$  sobre el concentrador secundario a través del vector  $\underline{PM}(\varphi)$ , encontrándose  $\underline{PM}(\varphi)$  sobre el concentrador, y siendo  $\underline{SM}(\varphi) = \underline{PM}(\varphi) + k \cdot \underline{s}'(\varphi)$
- determinación del factor k de tal forma que  $\underline{s}''(\varphi)$  pasa a través del punto focal predeterminado o de la línea focal F de la disposición existente del concentrador y del concentrador secundario
- determinación de la curva, y por consiguiente, la forma buscada de la superficie reflectante que pasa a través del número obtenido de puntos  $\underline{SM}(\varphi)$
- transferencia de la curva, obtenida al aplicar los pasos anteriores, sobre el concentrador secundario para la formación de su superficie reflectante.

7. Procedimiento según la reivindicación 6, determinándose el factor k mediante la equiparación de los productos escalares

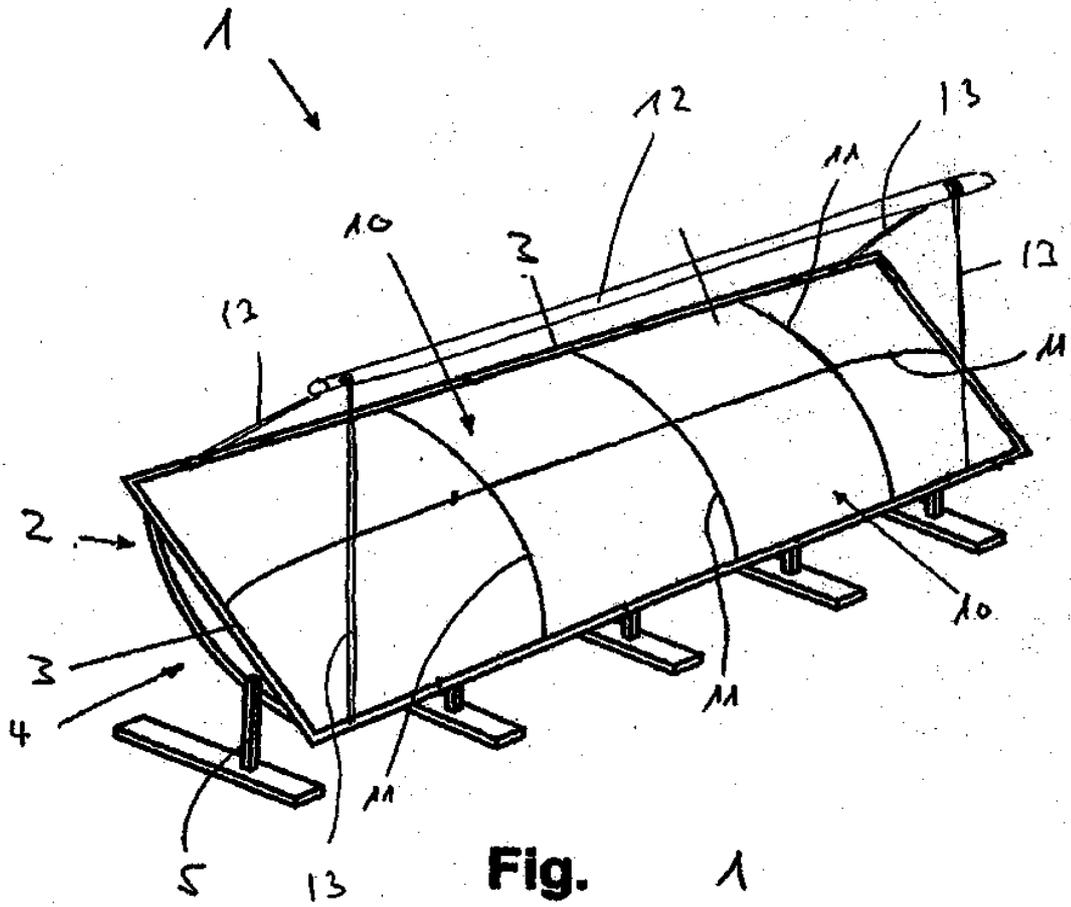
$$\underline{s}' \cdot \underline{t}(\varphi) = \underline{s}'' \cdot \underline{t}(\varphi)$$

siendo  $\underline{t}(\varphi)$  la tangente aplicada en el punto  $\underline{SM}(\varphi)$  en el concentrador secundario y estando preferentemente la ecuación

$$\underline{s}' \cdot \underline{t}(\varphi) = \underline{s}'' \cdot \underline{t}(\varphi)$$

resuelta por  $dk/d\varphi$  y determinándose numéricamente los valores de k de la integral elíptica resultante.

8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 6 a 7, suponiéndose para mayor simplificación los rayos solares 31 paralelos y/o suponiéndose el concentrador arqueado en sección transversal.
9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 6 a 8, suponiéndose el origen del sistema de coordenadas en el punto central de curvatura del concentrador.
10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 6 a 9, determinándose la curva mediante los puntos  $\underline{SM}(\varphi)$  obtenidos por el método de los mínimos cuadrados.
- 10 11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores 6 a 10, transfiriéndose la curva a un bloque de gomaespuma y cubriéndose la superficie curvada creada de esta forma con una lámina reflectante.



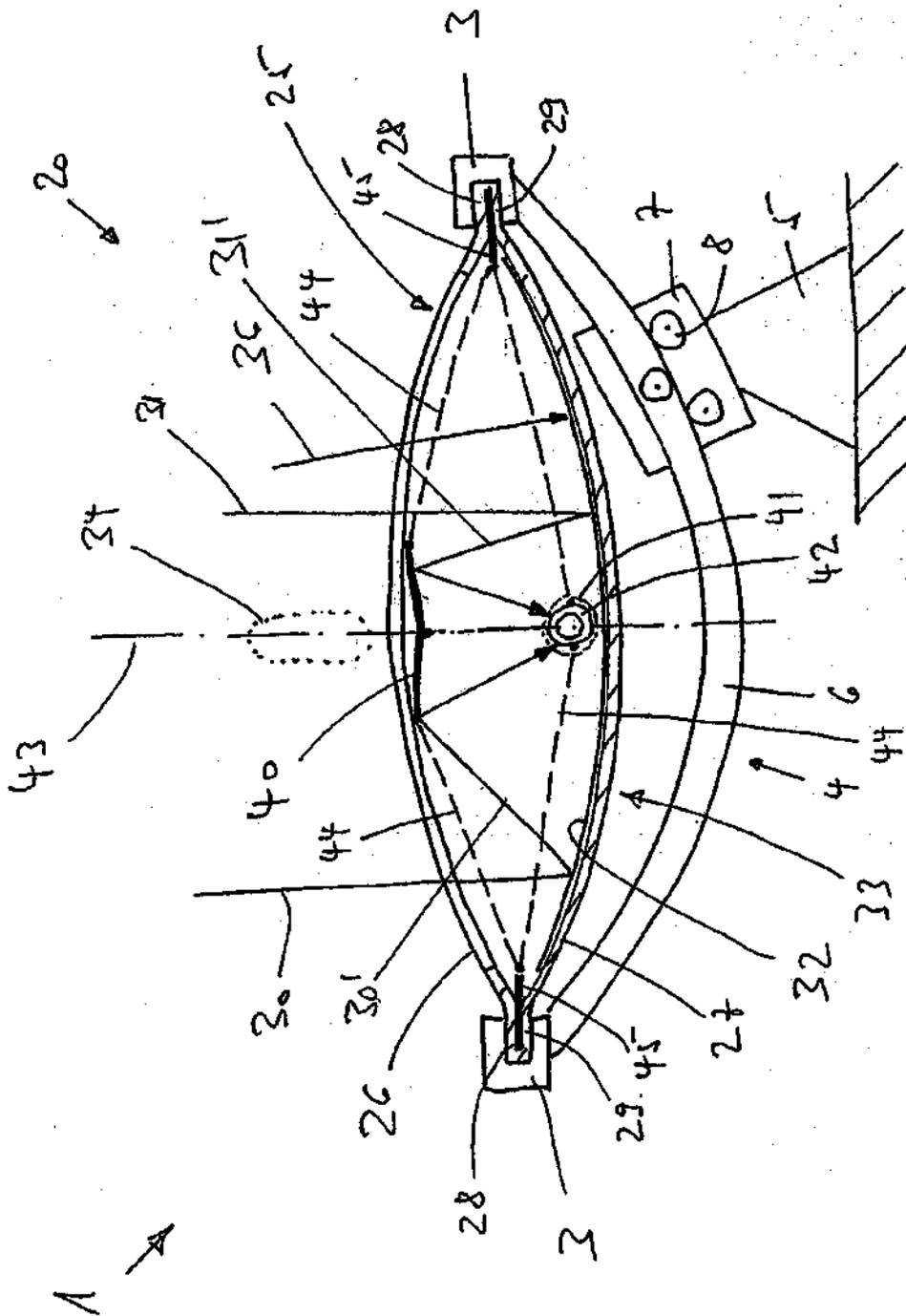


Fig 2

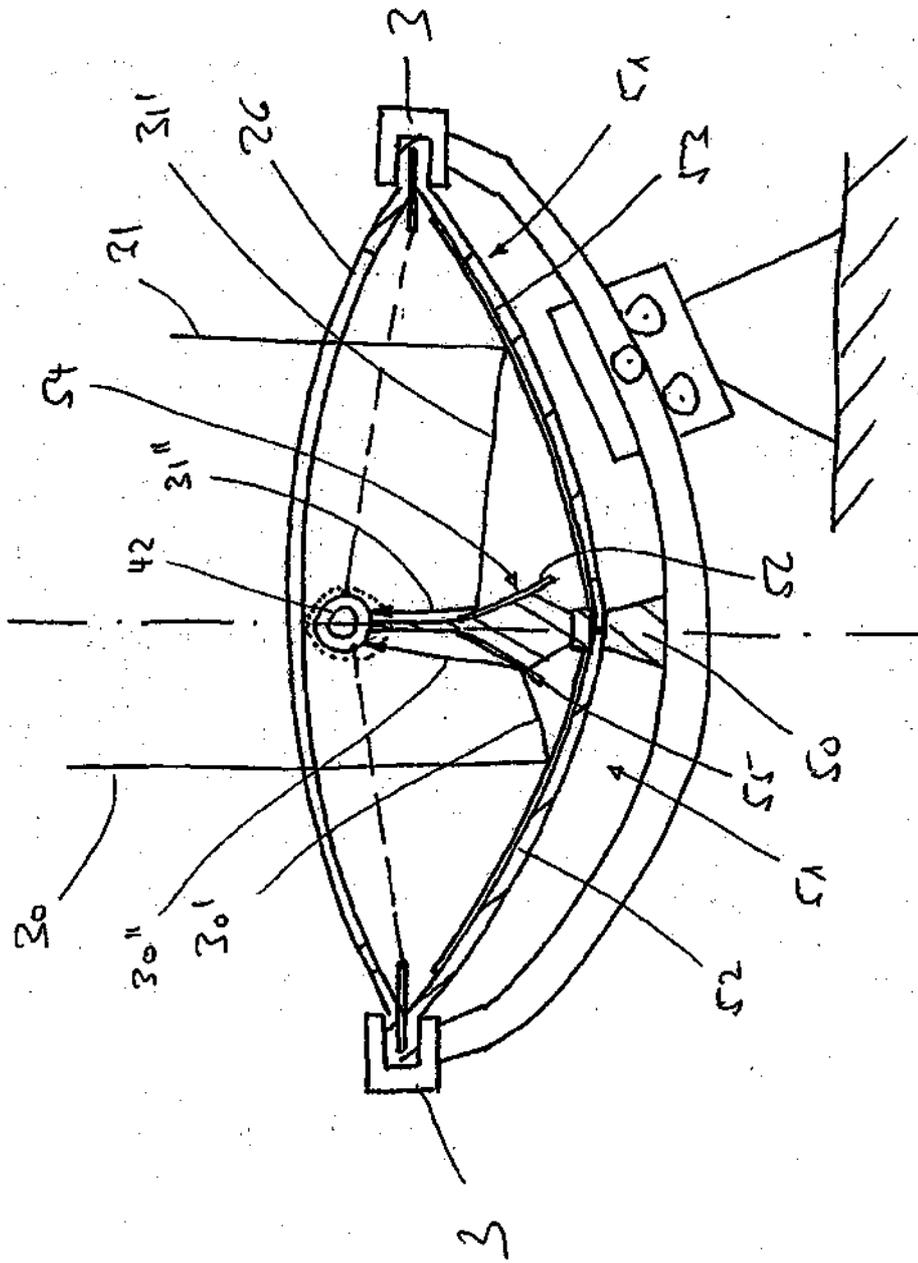
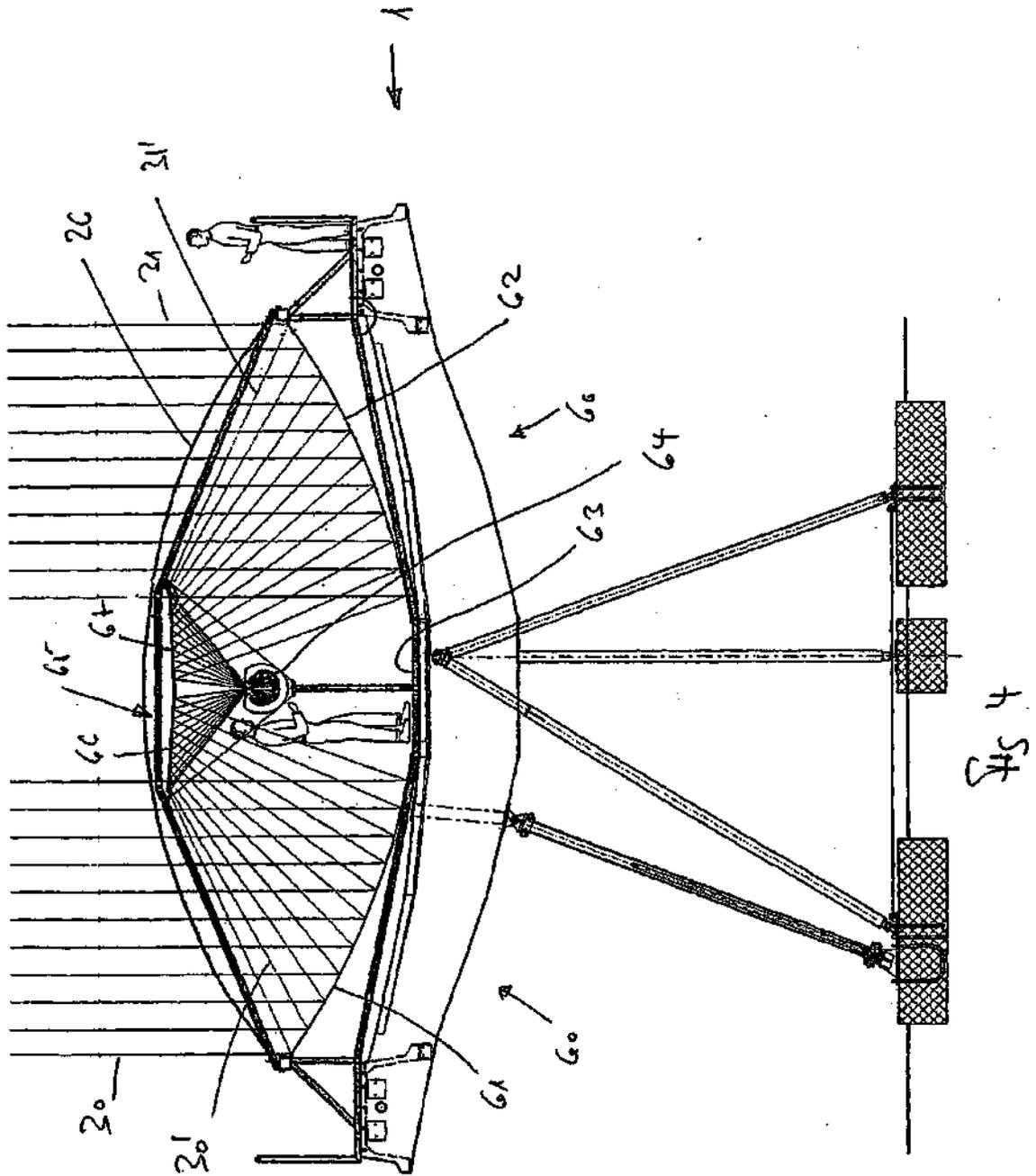


Fig. 3



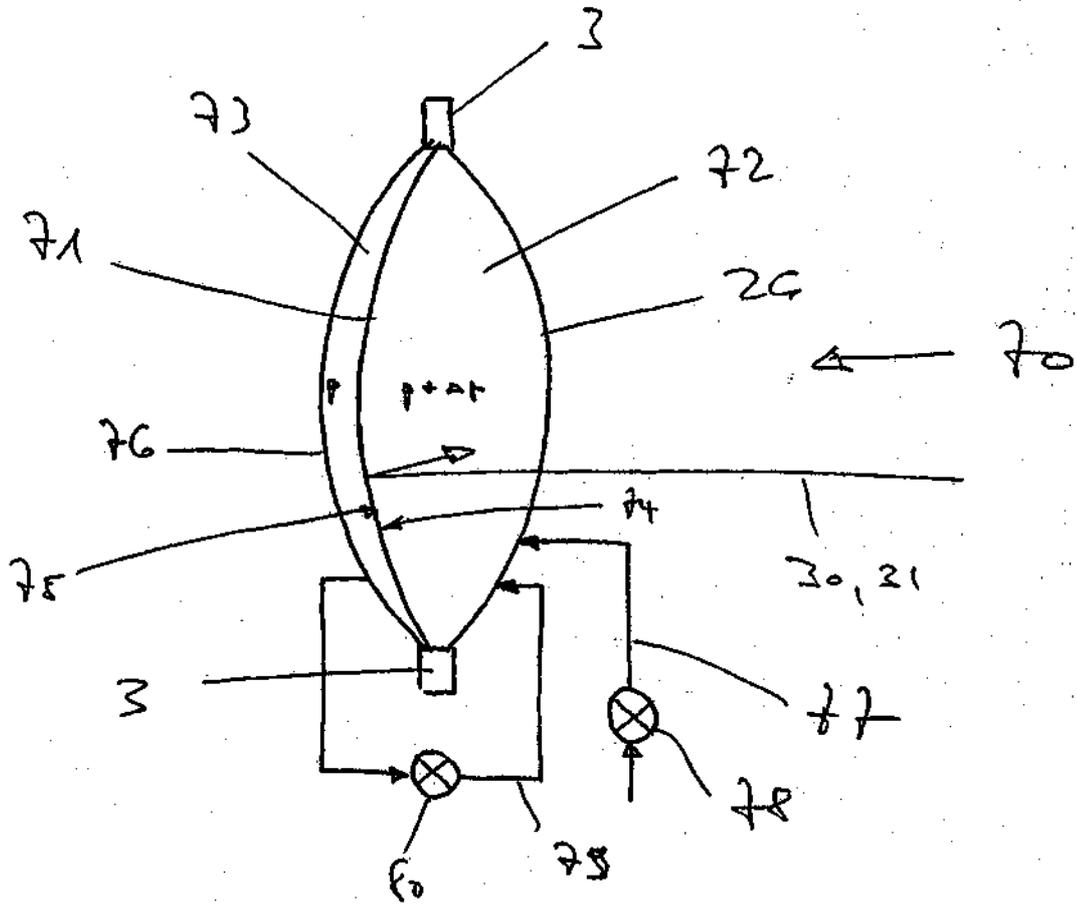


Fig 5

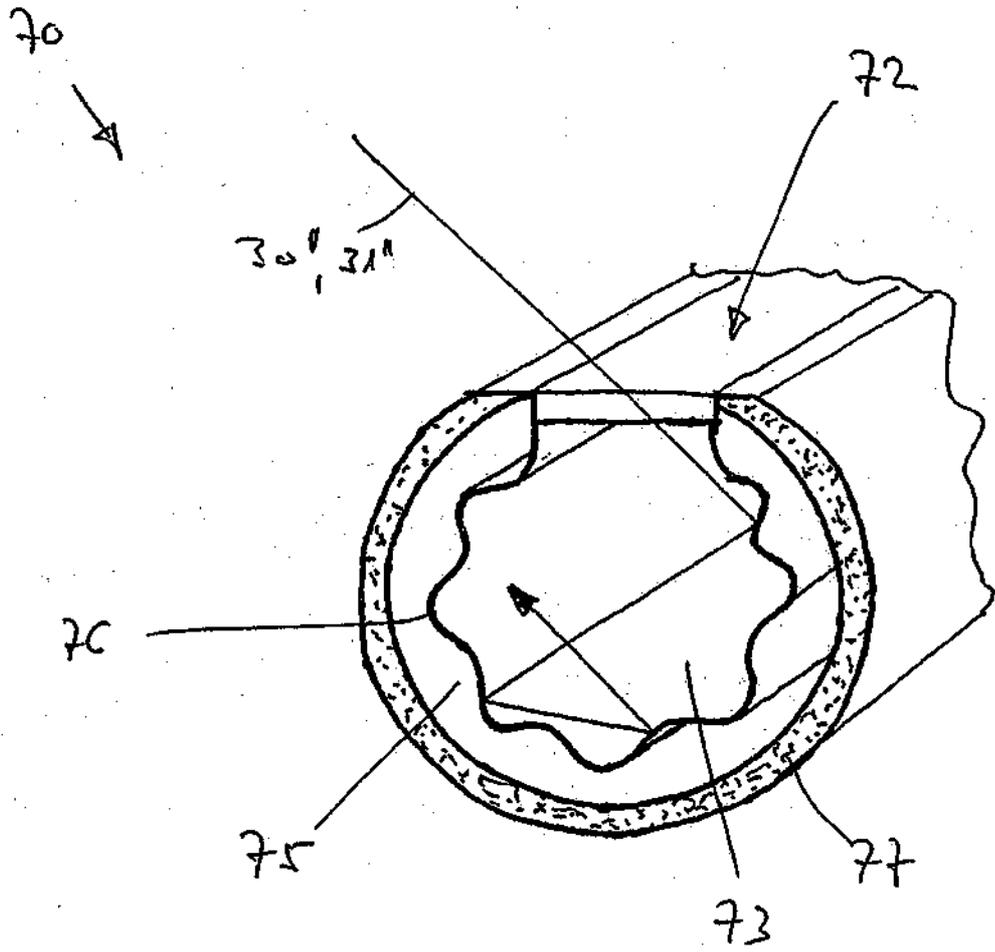
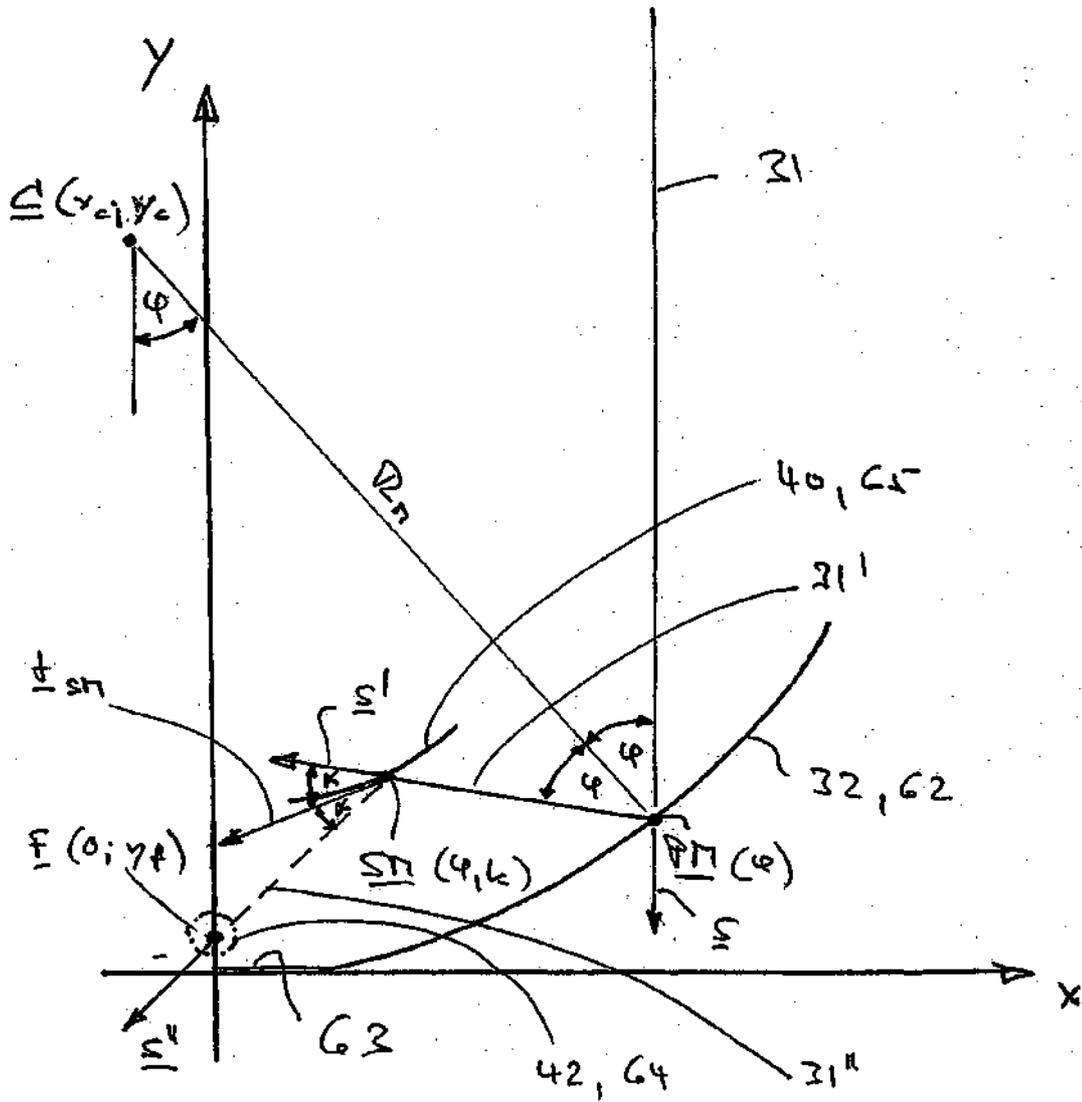


Fig 6



$\frac{F}{2} 4$