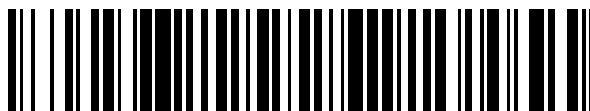


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 727 278**

51 Int. Cl.:

F24S 40/10	(2008.01)	F24S 10/70	(2008.01)
F24S 23/71	(2008.01)		
F24S 23/70	(2008.01)		
F24S 23/74	(2008.01)		
A01G 9/24	(2006.01)		
F24S 50/20	(2008.01)		
F24S 80/50	(2008.01)		
F24S 23/79	(2008.01)		
F24S 20/20	(2008.01)		
F24S 30/425	(2008.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.07.2011 PCT/US2011/042891**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **12.01.2012 WO12006255**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.07.2011 E 11804236 (5)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019 EP 2591291**

54 Título: **Concentrar la energía solar con invernaderos**

30 Prioridad:

05.07.2010 US 361509 P

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

15.10.2019

73 Titular/es:

**GLASSPOINT SOLAR, INC. (100.0%)
47669 Fremont Boulevard
Fremont, CA 94538, US**

72 Inventor/es:

VON BEHRENS, PETER EMERY

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 727 278 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

Concentrar la energía solar con invernaderos

Contexto

5 Campo: Son necesarios avances en energía solar térmica concentrada (CST), energía solar fotovoltaica (PV), energía solar fotovoltaica concentrada (CPV) y el uso industrial de la energía solar térmica para conseguir mejoras en términos de rendimiento, eficiencia y utilidad de uso.

10 Técnica relacionada: Salvo que se identifique expresamente como de dominio público o bien conocido, la mención aquí de técnicas y conceptos, incluyendo por contexto, definiciones, o a efectos de comparación, no debe ser interpretada como una admisión de que tales técnicas y conceptos eran con anterioridad conocidos públicamente o formaban de otro modo parte de la técnica anterior. Todas las referencias citadas aquí (si las hay), incluyendo patentes, solicitudes de patentes y publicaciones, son incorporadas por referencia en su totalidad, tanto si son incorporadas específicamente como si no, a todos los efectos.

15 En los sistemas de energía solar concentrada se utilizan espejos, conocidos como concentradores, para recoger la energía solar en un gran espacio, y dirigir y enfocar la energía hacia receptores que convierten la energía solar entrante en otra forma, como calor o electricidad. En algunos escenarios de uso, son varias las ventajas de los sistemas concentrados sobre sistemas más simples que utilizan directamente la energía solar incidente. Una de las ventajas es que la energía solar más concentrada es transformada más eficientemente en calor o electricidad que la energía solar menos concentrada. Los receptores solares térmicos y fotovoltaicos operan más eficientemente con niveles superiores de energía solar incidente. Otra ventaja es que los receptores de energía solar no concentrada, en algunos escenarios de uso, resultan más caros que los sistemas de espejos utilizados para concentrar la luz solar. Así, construyendo un sistema con espejos se reduce el coste total de recoger la luz solar en un área determinada, y convertir la luz solar recogida en energía útil.

20 En algunos contextos, los sistemas de recogida de energía solar concentrada se dividen en cuatro tipos, en base a que la energía solar se concentre en un receptor lineal, o un receptor puntual, y si los concentradores son reflectores monolíticos individuales, o reflectores múltiples, dispuestos como un reflector Fresnel, para asimilarse a un reflector monolítico.

25 Un receptor lineal es un receptor con un objetivo que es una línea recta relativamente

30 larga, como un tubo. Un concentrador lineal es un reflector (compuesto por una única superficie reflectante lisa, múltiples facetas fijas, o múltiples facetas Fresnel móviles) que recibe la luz solar sobre un espacio bidimensional, y la concentra en un punto focal significativamente menor en una dimensión (anchura), mientras refleja la luz solar sin concentración en la otra dimensión (longitud), creando así una línea focal. Un concentrador lineal con un receptor lineal en su línea focal es un sistema de canal básico. El concentrador es girado opcionalmente en una dimensión en torno a su línea focal para seguir el movimiento (aparente) diario o estacional del sol, para mejorar la captación y conversión total de energía.

35 Un receptor puntual es un objetivo receptor que es esencialmente un punto, pero que en diversos enfoques es un panel, una ventana, un punto, u otra forma de objetivo, en general más igual en anchura y longitud que un receptor lineal. Un concentrador puntual es un reflector (compuesto por una única superficie reflectante lisa, múltiples facetas fijas, o múltiples facetas Fresnel móviles) que recibe la luz solar sobre un espacio bidimensional, y la concentra en un punto focal significativamente menor en dos dimensiones (anchura y longitud). Un concentrador puntual monolítico con un receptor puntual en su punto focal es un sistema solar concentrado de plato básico. El concentrador monolítico es girado opcionalmente en dos dimensiones para girar su eje focal en torno a su punto focal, para seguir el movimiento diario y estacional del sol, y mejorar la captación y conversión total de energía.

45 Un sistema de canal parabólico es un sistema de concentración lineal que utiliza un reflector monolítico, con forma de medio tubo grande, con una forma definida por la ecuación $y = 4fx$, donde f es la longitud focal del canal. El reflector tiene una curvatura unidimensional para enfocar la luz solar hacia un receptor lineal, o aproximarse a esa curvatura mediante múltiples facetas fijadas entre sí.

50 Un reflector Fresnel concentrador es un sistema de concentración lineal similar al canal parabólico, sustituyendo el canal por una serie de espejos, cada uno de ellos con la longitud de un receptor, que son planos o alternativamente algo curvados a lo ancho. Cada espejo gira individualmente en torno a su eje longitudinal, para dirigir la luz solar incidente hacia el receptor lineal.

55 Un sistema de plato parabólico es un sistema de concentración puntual que utiliza un reflector monolítico con forma de cuenco. El reflector tiene una curvatura bidimensional para enfocar la luz solar hacia un receptor puntual, o aproximarse a tal curvatura mediante múltiples facetas planas o alternativamente curvadas, fijadas entre sí.

Una torre de energía solar es un sistema de concentración puntual similar al plato parabólico, sustituyendo el plato por un conjunto bidimensional de espejos que son planos o alternativamente curvados. Cada espejo

(heliostato) gira individualmente en dos dimensiones para dirigir la luz solar incidente hacia un receptor puntual. Los espejos individuales y un sistema de control asociado son piezas de un concentrador puntual, con un eje focal que gira en torno a su punto focal.

5 En los sistemas solares térmicos el receptor es un transductor de luz a calor. El receptor absorbe la energía solar, transformándola en calor y transmitiendo el calor a un medio de transporte térmico, como puede ser agua, vapor, aceite o sal fundida. El receptor convierte la energía solar en calor y minimiza y/o reduce la pérdida de calor debida a la radiación térmica. En los sistemas fotovoltaicos concentrados, el receptor es una superficie fotovoltaica que genera directamente electricidad a partir de la luz solar. En algunos sistemas
10 solares térmicos, CPV y CST se combinan en un único sistema donde un sistema de energía térmica genera energía térmica y actúa como un disipador de calor para células fotovoltaicas que funcionan más eficientemente cuando se enfrían. Otros receptores, como una máquina Stirling, que utilizan energía solar para generar calor, y luego localmente convierten el calor en electricidad mediante movimiento mecánico y un generador eléctrico, se presentan también como un receptor en algunos enfoques.

15 En algunos sistemas solares concentrados, como algunos sistemas con elevados coeficientes de concentración, el sistema general está dominado en términos de costes por varios elementos, como el sistema de concentración (como un espejo o lente), un sistema de soporte para los concentradores, y motores y mecanismos que permiten seguir el movimiento del sol. Los elementos dominan los costes, porque los elementos pueden resistir el viento y la climatología. En algunos escenarios de uso, los sistemas de energía solar pueden soportar diversos riesgos medioambientales, como viento, lluvia, nieve, hielo,
20 granizo, rocío, roedores, pájaros y otros animales, polvo, arena, musgo y otros organismos vivos. La reflectividad de un concentrador es sensible al deterioro, la empañadura y la acumulación de suciedad, puesto que solo se enfoca efectivamente la luz solar reflejada directamente, no la luz solar dispersa.

25 En algunos sistemas concentrados se emplean espejos de vidrio, por su propiedad de mantener buenas propiedades ópticas durante diseños de larga vida (ej., 30 años) de sistemas solares concentrados. El vidrio es relativamente frágil y vulnerable al granizo y otras formas de daños, salvo que sea adecuadamente grueso, ej., 4-5 mm en espejos relativamente grandes. En un plato de concentración de 400 pies cuadrados (37,16 m²), el grosor resulta en un peso de cerca de 1000 libras, o aproximadamente 9 kg por metro cuadrado del área del concentrador. Para enfocar la luz solar, el espejo tiene la forma de una curva precisa, en una dimensión para un canal, en dos dimensiones para un plato.

30 En algunos sistemas concentrados, las superficies de los espejos dejan de enfocar según lo previsto si se deforman. Así, el reflector está sostenido y mantenido en su forma por una superestructura metálica que tiene la forma del vidrio curvado. La superestructura sostiene y protege el espejo de las condiciones ambientales, como vientos de 75 mph (120,7 kmh) o más. La protección contra el viento añade una carga adicional de 10.000 lbs (4.536 kg) a las 1000 lbs (453,5 kg) de peso del espejo, lo que resulta en una
35 compleja construcción que requiere aproximadamente 20 kg de acero estructural por cada metro cuadrado de área de espejo en un sistema de plato.

40 En algunos sistemas concentrados, los motores de seguimiento del concentrador mueven los 30 kg por metro cuadrado de peso del concentrador, y también superan la fuerza del viento que supone más de 300 kg adicionales por metro cuadrado. Los motores están expuestos a los elementos ambientales (como suciedad, polvo, humedad, etc.)

45 En algunos sistemas concentrados, los canales se colocan relativamente separados sobre el suelo (ej., a nivel), para evitar hacerse sombra entre sí. Evitar la sombra es importante porque el espejo del canal es relativamente caro, por lo que mantener un espejo en la sombra (e improductivo) es costoso. En pocos enfoques se excede una cobertura de suelo del 33%, dado que el espaciado evita la sombra en invierno (en una orientación este/ oeste) o temprana/ tardía durante el día (con una orientación norte/sur). Algunas orientaciones este/ oeste (ej., con 33% de cobertura del suelo) no presentan básicamente sombra sobre ninguna superficie de un canal producida por otro canal, en ningún momento durante el día o el año, capturan casi toda la luz incidente dentro de los límites de una serie de canales durante el invierno (cuando los canales se mantienen verticales), pero capturan solo aproximadamente 1/3 de la luz incidente dentro de
50 los límites de la serie de canales durante el verano (cuando los canales se mantienen horizontales).

Los canales pueden colocarse con su longitud discurriendo norte/ sur o este/ oeste. Si se colocan discurriendo en dirección norte/ sur, se giran durante el día para seguir el movimiento diario del sol y mantener la luz incidente enfocada en el receptor. Por la mañana el canal es dirigido hacia el este, hacia el sol naciente, al mediodía se dirige hacia el sol de mediodía, y por la tarde se dirige hacia el oeste, hacia la puesta del sol. Los canales norte/sur no siguen la variación estacional de la posición del sol. En lugar de esto, como en invierno el sol se desplaza más bajo en el cielo (hacia del horizonte del ecuador), la luz llega al canal y se refleja por él (alejándose del ecuador) hasta el receptor. En algunos casos, si los canales están orientados este/oeste, son girados según avanzan las estaciones para dirigirlos hacia el sol. Durante el verano, el canal se mantiene un tanto horizontal, dirigido de forma más o menos recta hacia el sol del
55 verano. Durante el invierno, el canal es mantenido un tanto vertical, dirigido hacia el sol que está más bajo en el cielo, en dirección al ecuador. En algunos casos, un canal este/oeste no sigue el movimiento diario del sol. En lugar de eso, cuando llega la luz desde el este por la mañana, se refleja desde el canal y viaja hacia
60

el oeste hasta que impacta en el receptor. De forma similar, por la tarde la luz impacta en el canal y sigue viajando hacia el este por el canal hasta que impacta en el receptor.

DE 10 2008 037711 divulga un sistema de conexión para un conducto (4) pivotante en torno a un eje de rotación (A) de un sistema solar térmico. Los documentos US 5 191 876 y US 2010/0051021 A1 divulgan más sistemas solares térmicos.

Resumen

La invención puede implementarse de muchas maneras, incluyendo como un proceso, un artículo fabricado, un aparato, un sistema y una composición de materia. En esta especificación, estas implementaciones o cualquier otra forma que pueda tomar la invención, pueden ser denominadas técnicas. La Descripción Detallada es una exposición de uno o más ejemplos de la divulgación, que permite mejoras de rendimiento, eficiencia y utilidad de uso en el campo identificado más arriba. La Descripción Detallada incluye una Introducción para facilitar una más rápida comprensión del resto de la Descripción Detallada.

La presente invención proporciona un sistema como se reivindica.

Como se comenta en más detalle en las Conclusiones, la invención abarca todas las posibles modificaciones y variantes dentro del alcance de las reivindicaciones expuestas.

Breve descripción de las figuras

La Fig. 1 ilustra una vista en perspectiva de algunos detalles seleccionados de una parte de un ejemplo de un invernadero cerrado, y un sistema concentrado de energía solar cerrado utilizando un canal parabólico, con una extensión unilateral.

La Fig. 2 ilustra una vista en sección transversal de un canal bilateralmente simétrico, con una parte simétrica y una extensión unilateral que tiene colectivamente una forma continua.

La Fig. 2b ilustra una vista en sección transversal de un canal bilateralmente simétrico, con varios estilos de extensiones unilaterales.

La Fig. 3a ilustra una vista en sección transversal de trayectorias de luz incidente seleccionada que impacta en un canal bilateralmente simétrico con una extensión unilateral, y que se refleja sobre un reflector secundario y un receptor solar.

La Fig. 3b ilustra una vista en sección transversal de un receptor solar, un aislador de receptor solar y un reflector secundario integrado, e ilustra también trayectorias de rayos de luz seleccionados.

Las Figs. 4a y 4b, respectivamente, ilustran detalles seleccionados de un ejemplo de un recinto de invernadero con concentradores solares cerrados, utilizando una extensión unilateral fija, y receptores solares en contextos respectivos de luz solar incidente: ángulo alto (verano) y ángulo bajo (invierno).

Las Figs. 5a y 5b, respectivamente, ilustran detalles seleccionados de un ejemplo de un recinto de invernadero con concentradores solares cerrados, utilizando una extensión unilateral móvil, y receptores solares en contextos respectivos de luz solar incidente: ángulo alto (verano) y ángulo bajo (invierno).

Las Figs. 6a y 6b ilustran vistas en perspectiva de detalles seleccionados de un ejemplo de mecanismos de suspensión, que pueden suspender receptores solares de la superestructura del invernadero, y suspender concentradores solares con puntos focales respectivos fijos sobre los receptores solares respectivos.

La Fig. 7 ilustra una vista en perspectiva de detalles seleccionados de un ejemplo de un concentrador solar de canal parabólico, con una extensión unilateral, un receptor solar y un mecanismo de suspensión que permite que el concentrador solar gire en torno al receptor solar.

Las Figs. 8a y 8b ilustran vistas de detalles seleccionados de un ejemplo de un receptor solar, aislamiento de receptor solar y un reflector secundario integrado, e ilustran además algunas trayectorias de luz incidente en el reflector secundario y el receptor solar.

Las Figs. 9a y 9b ilustran formas respectivas y puntos focales de canales de igual abertura, ilustrando respectivamente un canal bilateralmente simétrico, y un canal con una longitud focal acortada y una extensión unilateral.

Las Figs. 10a y 10b ilustran respectivamente el porcentaje de energía recibido en un receptor solar en iguales condiciones para cada punto, en una abertura de un receptor solar, respectivamente para un canal bilateralmente simétrico, y un canal con una longitud local acortada y una extensión unilateral.

Las Figs. 1 la y 1b ilustran respectivamente la eficiencia, medida por la posición de una línea de sombra en una abertura, y por el porcentaje de sombra respectivamente para un canal bilateralmente simétrico, y un canal con una longitud focal acortada y una extensión unilateral.

Descripción detallada

A continuación se ofrece una descripción detallada de uno o varios ejemplos, junto con las correspondientes figuras que ilustran detalles seleccionados de la invención. La invención se describe en relación con los ejemplos. Los presentes ejemplos se entienden como simplemente ilustrativos, la invención está expresamente no limitada a o por cualquier ejemplo o todos ellos, y la invención abarca numerosas alternativas, modificaciones y equivalentes. Para evitar la monotonía en la exposición, se pueden emplear diversas etiquetas de palabras (entre otras: primero, último, ciertos, varios, más, otro, particular, seleccionado, algunos y notable) para separar conjuntos de ejemplos; como se utilizan aquí, tales etiquetas no pretenden expresamente significar calidad, o forma alguna de preferencia o prejuicio, sino solo distinguir convenientemente entre los distintos conjuntos. El orden de algunas operaciones de los procesos divulgados puede alterarse dentro del alcance de la invención. Cuando múltiples ejemplos sirven para describir variantes de proceso, método y/ o características, se contemplan otros ejemplos que, de acuerdo con un criterio predeterminado o determinado dinámicamente, realizan una selección estática y/o dinámica de uno de diversos modos de operación correspondiendo respectivamente a varios de los múltiples ejemplos. Se mencionan numerosos detalles específicos en la siguiente descripción, para proporcionar una completa comprensión de la invención. Los detalles se aportan a modo de ejemplo, y la invención puede ser llevada a la práctica conforme con las reivindicaciones sin algunos o todos los detalles. A efectos de claridad, no se ha descrito en detalle material técnico conocido en los medios técnicos relacionados con la invención, para no oscurecerla innecesariamente.

Introducción

Esta introducción se incluye solo para facilitar una más rápida comprensión de la Descripción Detallada; la invención no viene limitada por los conceptos que se presentan en la introducción (incluyendo ejemplos explícitos, de haberlos), ya que los párrafos de cualquier introducción son necesariamente un resumen de todo el tema, y no pretenden ser una descripción exhaustiva o restrictiva. Por ejemplo, la introducción que sigue proporciona información general, limitada a solo ciertos ejemplos por espacio y organización. Hay muchos otros ejemplos, incluyendo aquellos con los que en último término se establecerán las reivindicaciones, comentados durante el conjunto de la especificación.

En algunas circunstancias, las técnicas que se describen aquí permiten la reducción de costes de los sistemas concentrados de energía solar. En varios ejemplos, la recogida (concentración y conversión de energía solar) está separada de la protección. Un exoesqueleto transparente protector (como un invernadero de vidrio o no) rodea y/o encierra los elementos de recogida (o alternativamente los elementos están situados en el exoesqueleto), permitiendo que los elementos de recogida (espejos, lentes, etc.) sean menos robustos de lo que sería necesario de otro modo. Separando las funciones de recogida y de protección, y aprovechando la tecnología estándar (ej., tecnología de invernadero, altamente técnica, rentable y acreditada, como tecnología de invernaderos de vidrio), para la función de protección, en algunas circunstancias se obtiene una reducción en costes y complejidad de un sistema (tales como espejos/ lentes, estructura de soporte, cimientos, mecanismos de seguimiento etc.) con un impacto relativamente mínimo sobre el rendimiento global. El invernadero es relativamente bajo sobre el suelo, con pocas superficies soportando la fuerza del viento, y está diseñado para resistir el viento y la climatología con un esqueleto estructural relativamente mínimo. Como el invernadero reduce la fuerza del viento que actúa sobre los elementos colectores y receptores, los espejos o lentes utilizados para la recogida y concentración dentro de la protección del exoesqueleto del invernadero pueden ser ligeros, en algunos ejemplos hasta el punto de parecer endeble, y así resultan relativamente más baratos en cuanto a construcción, transporte, soporte y dirección, y tienen escasos o ningún coste de climatización. Hay que señalar que en esta divulgación los términos invernadero e invernadero de vidrio son intercambiables, y no implican necesariamente ningún tipo de actividad de horticultura.

Las técnicas del ejemplo protegido permiten el uso de reflectores hechos con materiales más ligeros, con bastidores más simples y ligeros, ya que el viento, la climatología y la luz UV se reducen dentro del recinto de un invernadero. Los cimientos, la suspensión y los mecanismos de seguimiento para receptores y concentradores pueden ser más simples y ligeros y menos caros.

Algunos ejemplos de un sistema solar concentrado dentro de un invernadero tienen un conjunto de canales parabólicos de seguimiento solar 1 D, liberados 2 D, relativamente grandes, suspendidos de ubicaciones del techo fijas.

Un invernadero de vidrio, como sería un invernadero comercial, soporta eficientemente paneles planos de vidrio. En la estructura de soporte, de secciones metálicas rectas, se apuntalan entre sí y se fijan al suelo en múltiples puntos. Algunos invernaderos, diseñados para resistir las mismas condiciones climatológicas que un plato parabólico externo, requieren menos de la mitad de acero estructural (menos de 10 kg) por metro cuadrado de concentrador, comparado con un plato parabólico externo. El peso total en el invernadero, incluyendo vidrio de 4-5 mm, es inferior a 20 kg por metro cuadrado de concentrador.

Conforme con varios ejemplos de la divulgación, los concentradores están hechos, en su totalidad o parcialmente, de hoja de aluminio de calibre delgado, película reflectante, u otros materiales relativamente

reflectantes y ligeros. Algunos materiales tienen mayor reflectividad que los espejos de vidrio. En algunos ejemplos, los concentradores son un núcleo de espuma combinado con material reflectante, lo que permite que los concentradores pesen menos de un kg por metro cuadrado. En algunos escenarios de uso, una construcción ligera reduce uno o más de los costes asociados a la producción, transporte e instalación de los concentradores. En algunos ejemplos de energía solar concentrada, el peso total (incluyendo exoesqueleto y colector protegido) es inferior a 20 kg por metro cuadrado de concentrador.

La estructura del invernadero es básicamente fija e inmóvil, y los sistemas de seguimiento controlan y dirigen los concentradores de menos de un kg por metro cuadrado, dentro de la estructura, en un entorno con una fuerza del viento relativamente reducida.

En algunos ejemplos, un invernadero comercial constituye un recinto adecuado, como indican las técnicas que se describen aquí. Los cultivadores han determinado que, en muchos tipos de plantas, que llegue un 1% menos de luz a las plantas equivale a un 1% menos de crecimiento de la cosecha, y por lo tanto de los beneficios. Los diseños de los invernaderos están optimizados para reducir el coste, la sombra estructural, las pérdidas de reflexión del vidrio y las pérdidas de transmisión del vidrio. En algunos escenarios de uso, la sombra estructural, las pérdidas de reflexión del vidrio y las pérdidas de transmisión del vidrio causan la mayoría de las pérdidas de luz solar. El diseño holandés Venlo resulta relativamente eficiente para reducir las pérdidas. Las opciones disponibles de invernaderos comerciales incluyen el diseño estructural de escasa sombra, los recubrimientos de vidrio antirreflectantes (para reducir las pérdidas reflectoras), y el vidrio bajo en hierro (para reducir las pérdidas de transmisión).

En algunos ejemplos, las pérdidas de luz solar debidas a un recinto de invernadero son inferiores al 20% a 33 grados de latitud, sin un vidrio con recubrimiento antirreflectante. En algunos ejemplos utilizando vidrio con recubrimiento antirreflectante, las pérdidas son del 13%. En algunos ejemplos, las técnicas que se describen aquí mejoran el valor de rescate de un sistema, en uno o más de obsolescencia, abandono y destrucción y/o daños debidos a tormentas, hielo, corrosión y terremotos.

Un invernadero comercial tiene múltiples usos, y en algunos ejemplos y/o escenarios de uso, tiene un fácil mercado de venta para un invernadero vendido sobre el terreno o para reubicación. En algunos ejemplos, un recinto de invernadero de un sistema concentrado de energía solar constituye una parte importante del coste del sistema. En algunos escenarios de uso, el valor de reventa del invernadero reduce el riesgo global de un proyecto de energía solar, y/o reduce los costes de financiación.

En algunos ejemplos, los receptores fijos largos y continuos ofrecen ventajas respecto a otros sistemas, para evitar mecanismos complejos y caros, como juntas fluidas móviles o tuberías para conectar el sistema del medio térmico. En algunos ejemplos y/o escenarios de uso, los componentes seleccionados (como receptores o tubos) que se fijan durante un modo operativo de seguimiento, pueden moverse o se mueven debido a la expansión y contracción de los materiales, o para la limpieza durante un modo operativo de mantenimiento.

La conducción y convección térmica aumentan con la velocidad del viento, reduciendo así la eficiencia de los receptores solares térmicos. En algunos enfoques de sistemas concentrados no cerrados, los receptores de energía solar están protegidos de los efectos medioambientales, incluyendo la pérdida de calor y los daños físicos, mediante un cerramiento protector por lo menos parcialmente transparente, para cada receptor. En algunos ejemplos cerrados, los receptores de energía térmica pueden minimizar la pérdida de calor sin utilizar un cerramiento para cada receptor.

En algunos ejemplos, un cerramiento de invernadero es un coste fijo y una parte importante del coste global del sistema. Por tanto, es conveniente hacer posible que tanta luz como llegue al invernadero impacte en un espejo y se refleje hacia un receptor durante todas las estaciones y todas las horas del día. Una técnica de canales muy juntos, cubriendo tanto terreno como sea posible, resulta beneficiosa al implementar un sistema CSP dentro de un invernadero. Además de utilizar el espacio cerrado por el invernadero de modo más efectivo, dicha técnica utiliza también más efectivamente el área de suelo para producir calor solar y energía. Esta técnica es posible en parte con concentradores dentro de un invernadero, que son relativamente económicos, puesto que los concentradores no están sujetos a agresiones medioambientales significativas, como viento, lluvia y polvo.

En algunos ejemplos, como los que funcionan a temperaturas elevadas (ej., por encima de 300 grados Celsius), la pérdida de calor de los receptores representa un coste global del sistema importante. Por tanto, es conveniente minimizar el tamaño del receptor, para minimizar su área de superficie, y así minimizar las pérdidas de calor del receptor. En algunos ejemplos, un canal parabólico de longitud focal más corta, con una abertura menor, permite utilizar un receptor más pequeño, porque longitudes y ángulos menores reducen los efectos de tolerancias de fabricación, y del tamaño de arco del sol.

Una técnica para colocar apretados los canales, y así capturar más luz incidente dentro de un recinto, consiste en utilizar más canales y colocarlos más juntos para rellenar el espacio cerrado. Esto da como resultado una mayor longitud total de receptor (puesto que hay más canales), y por tanto más pérdida térmica total y costes de bombeo. Este sistema recoge más luz en verano, cuando el sol está alto y los canales en posición horizontal y no se hacen sombra entre sí, pero debido a la sombra no recoge más luz en

invierno, que un sistema con menos canales más espaciados entre sí. Otra técnica consiste en utilizar canales de una longitud focal mayor, con una abertura más ancha, también aquí colocados más juntos. Esto mantiene la longitud total de receptor, pero utiliza un tubo de receptor mayor para capturar la luz de los espejos con longitud focal mayor y mayor abertura, aumentando así la pérdida térmica, o exigiendo una tolerancia más estricta en un concentrador, para mantener el enfoque, incrementando así el coste y la complejidad. En algunos de los ejemplos que se describen aquí, desplegados con una orientación este/oeste y siguiendo el movimiento estacional del sol, se utiliza un diseño de canal asimétrico, donde un lado de un canal de longitud focal corta es más largo que el otro lado en un área de extensión del canal. En invierno, cuando los canales están inclinados para quedar de cara al sol de invierno, las áreas de extensión están en sombra y no recogen energía, pero las partes de base de los canales de longitud focal corta están al sol, e interceptan casi toda la luz disponible. En verano, cuando los canales están más horizontales de cara al sol que está alto en el cielo, el centro de la longitud focal corta de los canales permite capturar mucha parte de la luz, y reflejar esta luz hacia un receptor de diámetro pequeño. La extensión está ahora también iluminada, y captura el resto de la luz, que de lo contrario se perdería sin la extensión.

La sección de la extensión del canal tiene una distancia más larga hasta el receptor, y por tanto no enfocará naturalmente tan bien. En el diseño relativamente simple, se permite que la eficiencia de la extensión sea inferior a la de un resto de un canal (como el 70%), puesto que la extensión se utiliza solo durante una fracción del año, y para una fracción de la luz incidente. Alternativamente, se utiliza un reflector pequeño secundario para capturar la luz reflejada desde la extensión que no llega al receptor, y reflejar la luz de vuelta al receptor. Un reflector secundario con aproximadamente dos veces el diámetro del receptor permite la captura de casi toda la luz de la extensión. Un reflector secundario permite un receptor del mismo tamaño que sin la extensión, y sin que aumenten las pérdidas térmicas. En algunos ejemplos, se incorporan un aislante parcial y un escudo de convección al reflector secundario, para reducir las pérdidas térmicas del receptor.

En algunos ejemplos de un canal asimétrico, ej., con una abertura mayor que una parte de base simétrica del canal, se aumenta la altura del invernadero para tener espacio para una extensión, para despejar el suelo cuando el canal está vertical, aumentando así el coste, el efecto de borde sombreado y la complejidad del diseño y/o la fabricación del invernadero. Una bisagra móvil que conecta la extensión del canal con la parte de la base del mismo permite una reducción del incremento de altura del invernadero. Durante el invierno, el canal es elevado para situarlo de cara al sol, y la extensión se mueve sobre su bisagra para mantenerse esencialmente horizontal al suelo. Así, la altura del canal con una extensión de bisagra durante el invierno está limitada por la parte de base del canal y no es aumentada por la extensión. Durante el verano, el canal se mantiene más casi horizontal y la extensión vuelve a ser una extensión continua de una (forma parabólica, por ej.) del canal asimétrico.

En algunos ejemplos se orientan los canales sobre un eje norte/sur, y se giran para seguir el movimiento diario del sol. En tales ejemplos, se utiliza opcionalmente una extensión móvil con bisagras a cada lado del canal (una extensión "arriba" y una extensión "abajo"). Durante la mañana, un canal se mantiene de cara al este hacia el sol. La extensión de arriba se vuelve detrás del canal para reducir o eliminar la sombra de un canal longitudinalmente adyacente, mientras que la extensión de abajo se mantiene horizontal al suelo, para evitar que golpee el suelo. Solo está iluminada la parte de base del canal. A mediodía, el canal está horizontal al suelo, apuntando hacia el sol que está alto en el cielo. Las dos extensiones están en posiciones operativas respectivas, proporcionando un canal extendido con una abertura efectiva más grande. Por la tarde, el canal se mantiene vertical de cara al oeste, con las extensiones mantenidas de forma similar a por la mañana. Por tanto, a todas las horas del día, la mayoría de la luz incidente (como dentro de un invernadero) es captada por un concentrador.

Integración del receptor y estructura del invernadero

En algunos ejemplos, un receptor y un concentrador están suspendidos de la superestructura de un invernadero cerrado, permitiendo utilizar una importante infraestructura de apoyo de la estructura del invernadero. Receptores y canales ligeros colgados del invernadero (por ej., estructura del techo, entramados y/o postes finales), se mantienen fijos y dirigidos con elementos relativamente pequeños que ejercen fuerza principalmente en tensión, evitando así el uso de elementos relativamente más grandes, comparados con las estructuras sujetas y movidas con elementos en compresión y sujetos a flexión. El receptor está suspendido en una posición fija en relación con el invernadero, y el concentrador está suspendido con su línea focal mantenida sobre el receptor, pero puede girar alrededor del receptor para seguir el movimiento del sol diario y/o estacional.

En algunos ejemplos, un tubo receptor se expande (como aproximadamente V_2 por ciento) cuando es calentado por el fluido de transporte térmico, transportado en el tubo receptor. En algunos escenarios de uso, un tubo de 500 pies (152,4 m) se expande aproximadamente dos pies (0,6 m). El tubo receptor es mantenido en una posición fija en un extremo "fijo" del tubo, en un extremo del invernadero, y mediante suspensores puede expandirse y contraerse a lo largo de su longitud hacia el otro extremo "no fijo" del tubo. Los suspensores cuelgan el tubo receptor de la superestructura del invernadero, y están diseñados de forma que cuando el tubo receptor está caliente y a su máxima extensión (mientras funciona), todos los

suspensores están verticales y el tubo receptor horizontal. Cuando el tubo receptor está frío y se contrae (cuando no funciona), la parte baja de cada suspensor es empujada ligeramente hacia el extremo fijo del tubo receptor, y éste es llevado ligeramente más arriba en el extremo no fijo. Cuando el tubo receptor está frío, cada suspensor sucesivo se desplaza de forma que el suspensor en el extremo no fijo del tubo receptor se empuja hacia dentro (ej., hasta dos pies (0,6 m)). Por ejemplo, con suspensores de aproximadamente seis pies (1,82 m), el tubo receptor (frío) se eleva menos de un pie (0,30 m) en relación con el otro extremo del tubo receptor. Los concentradores están a una distancia fija, y suben y bajan con el tubo receptor, manteniendo así el enfoque.

Diseño del suspensor, junta giratoria y cojinete

En algunos ejemplos, un suspensor con una junta giratoria se fija suspendido de la superestructura del techo de un invernadero. Un tubo receptor va conectado rígidamente al suspensor, sosteniendo así el tubo receptor. La junta giratoria va conectada al suspensor con un cojinete, permitiendo que la junta gire en torno al tubo receptor. Hay suspendido un canal de la junta giratoria. Todo el peso de la junta y el canal es soportado por la junta giratoria, a través de un cojinete y el suspensor y luego hasta la superestructura del techo. La junta giratoria puede girar para hacer pequeños ajustes durante el día, aproximadamente 1/2 giro de invierno a verano, y otro giro V2 de verano a invierno. En algunos escenarios de uso, durante toda la vida de la junta, esta gira el equivalente de no más de 100 revoluciones y nunca necesita girar más de aproximadamente 1 rpm. El cojinete y la junta giratoria están diseñados evitando que den sombra el tubo receptor, y para resistir temperaturas elevadas (por ej. cientos de grados C), ya que el cojinete y la junta están necesariamente en estrecha proximidad térmica a un medio térmico de temperatura alta y al tubo receptor.

Sistema de energía solar concentrada

Los sistemas de energía solar concentrada a escala industrial cubren, en algunos casos múltiples acres (1 acre = 4046 m²) de terreno, prácticamente cientos de acres en sistemas a gran escala. La Fig. 1 ilustra una vista en perspectiva de detalles seleccionados de un ejemplo de un invernadero cerrado, y un sistema de energía solar concentrada cerrado, con una pequeña parte de un sistema. El invernadero 25 tiene escasa sombra interna y es de bajo coste. Conforme con varios ejemplos, los invernaderos tienen un tamaño de menos de un acre a cientos de acres. Hay disponibles invernaderos comerciales adecuados de diversos proveedores, con cortos plazos de entrega. Adicionalmente, en algunos escenarios de uso, hay un mercado de invernaderos de segunda mano, permitiendo una financiación relativamente más fácil de proyectos a gran escala de energía solar concentrada, como los que se describen aquí. Los elementos de un invernadero incluyen un sistema de techo con múltiples picos y canalones. El sistema del techo permite drenar eficientemente el agua de la estructura del techo, mantener los ángulos de incidencia de la luz del sol relativamente próximos a directamente normal, a material de techo transparente para reducir la reflexión, y mantener los elementos de soporte del techo en compresión. Las paredes laterales del invernadero encierran además el espacio interior del mismo y tienen una cubierta transparente donde incide la luz solar, y opcionalmente son de cualquier material apropiado donde incide poca luz solar. La estructura del invernadero puede mantener el interior aislado en gran medida del viento, la lluvia y otros elementos medioambientales, y puede no ser totalmente impermeable a la meteorología. Un sistema opcional de filtración de sobrepresión accionado por ventilador (no ilustrado) proporciona opcionalmente aire relativamente presurizado limpio al interior, para inhibir más la infiltración de polvo y otros elementos al interior. La carencia (o reducción) de polvo reduce o elimina la necesidad de limpiar los concentradores (como los concentradores 27 y 28), reduciendo los costes operativos y permitiendo el uso de materiales de concentrador reflectantes menos robustos y menos resistentes a los arañazos, en algunos escenarios de uso y/o ejemplos. En determinadas condiciones operativas, los concentradores se hacen sombra entre sí, como se ilustra con el concentrador frontal 27, en la parte delantera, que hace sombra al concentrador posterior 28. En algunos ejemplos, los canales concentradores son mucho más grandes en longitud y en anchura, con un ratio de aspecto de entre 10-1 y 33-1, en lugar del ratio de aspecto aproximado de 3-1 que se ilustra. En algunos ejemplos, muchos canales están dentro de un solo invernadero, con un canal frontal 27 y todos los demás canales traseros como el 28. En algunos ejemplos, los canales están alineados este/oeste, con los canales de cara al ecuador como se ilustra, y siguiendo el movimiento estacional del sol. En algunos ejemplos, los canales están alineados norte/sur (no ilustrado).

En algunos ejemplos, todos los elementos del sistema de energía solar concentrada están situados dentro del interior protegido de un invernadero. El material de la cubierta transparente del invernadero 53 es vidrio o cualquier otro material generalmente transparente a la luz solar. La cubierta transparente incluye opcionalmente un recubrimiento o película bloqueadores de rayos ultravioleta (UV), para permitir el uso de plásticos dentro del invernadero (como películas reflectantes de espejos de plástico para las superficies del concentrador) que de lo contrario se romperían relativamente rápido. En algunos ejemplos, los receptores solares, tal como está implementado en parte por el tubo receptor 12, se mantienen en posiciones un tanto fijas durante la operación de recogida de la luz solar, para reducir la necesidad de juntas flexibles portando un medio térmico. Los receptores solares están interconectados a través de una serie de tubos aislados térmicamente (como el tubo 8). En un sistema térmico solar concentrado (CST), el medio térmico calentado es un producto primario del sistema y se alimenta en un proceso industrial. En un sistema eléctrico directo,

como un sistema fotovoltaico concentrado (CPV), un medio térmico proporciona opcionalmente refrigeración a las células PV u otros aspectos del receptor. El exceso de calor en el medio térmico de un sistema CPV es utilizado opcionalmente en un proceso industrial. En algunos ejemplos de CST y CPV, los cables de medición y control, la energía para los motores y diversos cables se enrutan con los tubos del medio térmico.

5 En la Fig. 1 se ilustran receptores solares lineales, y están suspendidos de los tubos receptores **12**, que a su vez están suspendidos del techo del recinto del invernadero. Los concentradores solares lineales están suspendidos de los receptores solares asociados, de forma que el punto focal del concentrador va sujeto de forma relativamente fija sobre el receptor, mientras que el cuerpo del concentrador se mantiene libre para girar en torno al receptor (con un grado de libertad), para seguir los movimientos diarios y estacionales del sol. La disposición de receptores relativamente fijos y concentradores que giran en torno a los receptores para seguir el sol es posible, al menos en parte, por el bajo peso de los concentradores y la ausencia de fuerza del viento sobre los concentradores.

10 Algunos concentradores solares de canal (como el concentrador solar **27**), tienen una parte primaria simétrica, por ej., formada por facetas simétricas (como la sección de canal de base **6**), y una sección secundaria, por ej., hecha de una o más facetas de extensión (como la sección de canal extendido **7**). Cuando se mantiene en posición vertical para apuntar al sol invernal, la sección de extensión está en la base **26** del canal.

Forma del canal y definiciones de términos y fórmula

20 La Fig. 2a ilustra una forma de un canal parabólico con una extensión, como ejemplo de un canal (parabólico) asimétrico. La forma del canal parabólico viene definida por la fórmula $y^2 = 4fx$. Con los valores de ejemplo descritos a continuación, una parábola de ejemplo viene definida por la fórmula $y^2 = 5,8x$, donde $-2,29 < x < 4$. Una parte primaria simétrica incluye dos secciones simétricas de canal de base **6a** y **6b** denominadas e ilustradas colectivamente como sección de canal de base **6**, y en ocasiones denominadas también parte de base (simétrica) (del canal). Una parte extendida secundaria incluye la sección de canal extendido **7**, y en algunos ejemplos, una extensión unilateral de la forma parabólica. El fondo del canal **26** es el borde del canal que está más cerca del suelo cuando el canal es mantenido vertical para quedar de cara al sol que está bajo en el cielo. La parte superior del canal **30** es el borde del canal que está más alejado del suelo cuando el canal se mantiene vertical. En algunos ejemplos, el fondo del canal **26** es el borde de la sección del canal extendido **7**, y está más lejos del suelo cuando el canal está horizontal, apuntando al sol que está alto en el cielo (como se ilustra en la Fig. 2a, con una orientación del canal tal que la línea de construcción **34** está esencialmente horizontal al suelo). La longitud focal del canal, ilustrada por la línea de construcción **32** (ej. con un valor de 1,45 metros), está representada por el símbolo f . Un canal simétrico tiene una *abertura* (denominada *abertura base* en un canal con una extensión), definida por una línea de construcción entre sus dos bordes, como se ilustra mediante la línea de construcción **34** a través de la parte simétrica, y que termina en la línea de construcción **44**, indicando la intersección de la parte primaria y la secundaria del canal. La línea de construcción **35** representa una media parte de la línea de construcción **34** (ej. con un valor de 2,29 metros). La línea de construcción **33** indica una *abertura extendida* (ej. con un valor de 6,29 metros) del canal asimétrico (denominada simplemente la *abertura* cuando esté claro por contexto), incluyendo la sección de canal base **6** y la sección de canal extendido **7**. En algunos ejemplos, la sección de canal extendido **7** está opcionalmente conectada de forma movable a la sección de canal base **6**, puede opcionalmente cambiar de forma y/o puede opcionalmente cambiar de enfoque en una intersección definida por la línea de construcción **44**. La línea de construcción **48** define un eje de simetría de la parte de base simétrica del canal, y va desde la intersección de las secciones del canal base **6a** y **6b** a través del punto focal **36**. Los ángulos **37a** y **37b** son *ángulos de borde* (denominados a veces para más claridad *ángulos de borde de base*) de la parte simétrica del canal. El ángulo **38** es el *ángulo de borde extendido* de la parte extendida.

30 La Fig. 2b ilustra diversas técnicas para una extensión secundaria. En varios ejemplos, la extensión **45** es una continuación de una forma parabólica de una parte primaria, comparte un punto focal con la parte primaria, y está conectada en una intersección definida por la línea de construcción **44** de forma fija o mediante una bisagra movable. En varios ejemplos, la extensión **46** es una forma alternativa, tiene un punto focal que es distinto de la parte primaria y está conectada en una intersección definida por la línea de construcción **44** de forma fija o mediante una bisagra movable. En varios ejemplos, la extensión **47** es una forma plana, tiene un punto focal que es distinto de la parte primaria y está conectada en una intersección definida por la línea de construcción **44** de forma fija o mediante una bisagra movable.

55 Transmisión de la luz solar incidente

En algunos ejemplos, se utilizan concentradores solares tan grandes como puedan encajar dentro de invernaderos comerciales estándar grandes (por ej. aproximadamente un rango de apertura de seis metros). Cada concentrador solar va asociado a un mecanismo impulsor y un receptor solar, incrementando así el tamaño del concentrador (reduciendo de forma correspondiente cuántos se utilizan en un área determinada) y reduciendo el número de mecanismos impulsores y/o los receptores solares, reduciendo el coste global. En varios ejemplos, uno o más concentradores comparten un mismo mecanismo impulsor.

La radiación caracteriza la energía de la radiación electromagnética incidente (como la luz solar) en una superficie, por unidad de área. Algunas pérdidas de luz solar causadas por el vidrio del recinto del invernadero y la sombra estructural, se determinan comparando la luz solar normal directa recibida dentro del recinto del invernadero (interior), con la luz solar normal directa sin impedimentos recibida fuera del recinto del invernadero (exterior). En términos absolutos, la pérdida de radiación es mayor a mediodía; considerada en términos relativos, la pérdida de radiación es mayor por las mañanas y las tardes. Las Figs. 3A y 3B ilustran detalles seleccionados de un ejemplo de concentrador solar y receptor solar.

La Fig. 3a ilustra las trayectorias de la radiación incidente **41** que ha llegado a través de la cubierta del invernadero, y es reflejada desde la sección del canal de base **6** y la sección del canal extendido **7**. La luz reflejada **42** desde la sección del canal de base **6** está enfocada sobre el tubo receptor **12**. En algunos ejemplos, el diámetro del tubo receptor **12** está dimensionado de forma que la mayoría (como el 95% o más) de la luz reflejada desde la sección del canal de base **6** impacta en el tubo receptor **12**, teniendo en cuenta el ángulo de la radiación incidente (debido a la extensión del sol) y las tolerancias de fabricación. En algunos ejemplos, se utiliza la camisa aislante **20** para reducir la pérdida de calor del tubo receptor **12**. En algunos ejemplos, la luz reflejada **43, 49, y 50** desde la sección del canal extendido **7** está menos bien enfocada que la luz reflejada **42** desde las secciones del canal de base, como con un 95% de la luz reflejada subtendiendo el doble del área en el punto focal, que la luz reflejada desde las secciones del canal de base, debido a las distancias más largas desde la sección del canal extendido **7** al tubo de receptor **12**.

La Fig. 3b ilustra con más detalle un diseño de tubo receptor **12**, la camisa aislante **20**, y el receptor secundario integrado **21**. En algunos ejemplos, el reflector secundario **21** es implementado con un recubrimiento reflectante aplicado a una parte de la camisa aislante **20**. En algunos ejemplos, el reflector secundario **21** se utiliza para extender el área de captura de la luz incidente desde una parte secundaria, sin aumentar el tamaño del tubo receptor **12**. El reflector secundario **21** refleja la luz incidente desde la sección del canal extendido **7** sobre el tubo receptor **12**. En algunos ejemplos, el reflector secundario **21** es aproximadamente igual en cuanto a tamaño de la sección transversal que el tubo receptor **12**, y está posicionado encima del tubo receptor **12** como se ve en la sección del canal extendido **7**. En algunos ejemplos, la sección del canal extendido **7** está diseñada de forma que su punto focal está directamente entre el tubo receptor **12** y el reflector secundario **21**, de forma que la mitad de la luz reflejada desde la sección del canal extendido **7** impacta directamente en el tubo receptor **12**, y la mitad de la luz impacta en el reflector secundario **21** y es reflejada entonces al tubo receptor **12**. La luz incidente **49** en la parte superior del reflector secundario **21** y **43** y la base del reflector secundario **21** se refleja en diversos ángulos dependiendo del ángulo de incidencia en trayectorias tales como las trayectorias **51** al tubo receptor **12**.

Detalles seleccionados del invernadero

En algunos ejemplos, un invernadero incluye picos de techo (como el pico de techo **54** de la Fig. 4a) que en combinación con los canalones de techo incluidos (como el canalón de techo **55a**) pueden drenar el agua de un amplio espacio, e inclinar el material del tejado transparente de forma relativamente próxima a la luz normal directa a la solar incidente en verano y en invierno. En algunos escenarios de uso, un sistema de tejado con picos y canalones es denominado tejado estilo "cresta y surco", y en algunos ejemplos, es una forma de sistema de tejado "conectado al canalón". El invernadero incluye columnas de soporte (como la columna de soporte **29**). Algunas de las columnas de soporte están dispuestas en torno a la periferia del invernadero, y otras de las columnas de soporte están dispuestas dentro del invernadero. En algunos ejemplos, el invernadero incluye columnas de soporte en cada canalón del tejado (como las columnas de soporte **57a**, y **57b** situadas en los canalones del tejado **55a** y **55b**, respectivamente, de la Fig. 4A). En ejemplos alternativos, se omite cualquier otra columna de soporte (como la columna de soporte **57a** que se omite) y los entramados (como el entramado **1**) son vigas de celosía horizontales. Los canalones del tejado sin columnas de soporte son canalones flotantes (ej., el canalón del tejado **55a**). Algunos de los ejemplos en los que se omite cualquier otra columna de soporte están implementados con un invernadero estilo Venlo. En varios ejemplos los tubos **8** y los tubos receptores **12** se suspenden de entramados **1** o vigas de celosía horizontales. En varios ejemplos se suspenden los tubos de entramados o vigas de celosía horizontales, y otros suspenden los receptores de los tubos.

Detalles seleccionados del montaje y mecanismo de control

Las Figs. 4a y 4b ilustran un canal parabólico con una extensión unilateral fija, incluyendo la sección del canal extendido **7** dentro del invernadero **25** mantenida en una posición horizontal (verano), y una posición vertical (invierno), respectivamente. Un mecanismo de suspensión giratorio y un tubo receptor vienen delineados por la línea de construcción **52** e ilustrados en más detalle en las Figs. 6a y 6b. El suspensor de suspensión **16** está suspendido del entramado **1** del invernadero por los elementos de suspensión **2**. La sección del canal de base **6** está colgada del suspensor de suspensión **16** por elementos de suspensión fijos del canal de base **4**, y el elemento de suspensión de la extensión fijo **5f** que mantiene el canal a una distancia fija del tubo receptor, con una línea focal del canal sobre (o concéntrica con) el tubo receptor. Los elementos de suspensión **4** están conectados a la sección del canal de base **6** y la sección del canal extendido **7** con conectores de sección del canal **15**. El tubo aislado **8** conecta el tubo receptor del canal al siguiente tubo receptor del canal para completar un circuito de fluido térmico.

La parte superior del canal **30** y la base del canal **26** en una posición vertical de invierno máxima determinan las necesidades de altura para el invernadero, de forma que la base del canal **26** no choque con el suelo del invernadero **39**, y la parte superior del canal **30** no interfiera con el entramado **1**.

En algunos ejemplos, se utiliza el contrapeso **14** para equilibrar un canal, de forma que su posición de reposo sea por lo menos tan vertical como la posición más vertical utilizada en la operación de recogida de energía solar, permitiendo el posicionamiento del canal en todas sus posiciones operativas por colocación del elemento **9** que se acorta o se alarga según se requiera por el cabestrante **11**. En algunos ejemplos, todos los elementos de soporte y posicionamiento **2**, **4**, **5f** y **9** están diseñados para funcionar solamente en tensión. En algunos ejemplos, algunos o todos los elementos de soporte y posicionamiento **2**, **4**, **5f** y **9** son elementos flexibles como cables, monofilamentos, o elementos rígidos con baja resistencia bajo compresión y torsión. En algunos ejemplos, la relación de transmisión y requisitos de par del cabestrante **11** se minimizan conectando el elemento de posicionamiento **9** alejado de un eje de rotación del canal. En algunos ejemplos, los errores de posicionamiento debidos al juego del engranaje, y al engranaje y otras tolerancias de fabricación de otros elementos, se minimizan porque el elemento de posicionamiento **9** se mantiene siempre en tensión cuando el canal está operativo, y la gravedad es suficiente como contrafuerza para posicionar el canal, puesto que el viento se minimiza dentro del recinto **25**.

Detalles seleccionados de una extensión con bisagras móviles

Las Figs. 5a y 5b ilustran, respectivamente, un canal con una extensión móvil de otro modo similar, respectivamente, al canal con la extensión fija ilustrado en las Figs. 4a y 4b. En las Figs. 5a y 5b, el conector de la sección **15**, en la intersección de las secciones del canal de base **6** y la sección del canal extendido **7**, se sustituye conceptualmente por el conector de la sección con bisagras **13**. El elemento de suspensión de la extensión fija **5f** de las Figs. 4a y 4b, se sustituye conceptualmente por el elemento de suspensión de la extensión móvil **5m** de las Figs. 5a y 5b. En algunos ejemplos, el elemento de suspensión de la extensión móvil **5m** es una barra rígida conectada de forma fija al borde exterior de la sección del canal extendido **7**, y acoplada (por ej. vía una conexión mecánica directa, o vía uno o más elementos mecánicos intermedios) al suspensor **16** para permitir el deslizamiento. El elemento de tope de la extensión **10** va conectado de forma fija al entramado **1** y a la sección del canal extendido **7** para permitir el deslizamiento. En una posición de verano ilustrada en la Fig. 5a (y en cualquier posición donde la extensión esté operativa), el elemento de suspensión de la extensión móvil **5m** se desliza hasta un tope del suspensor **16**, y mantiene la sección del canal extendido **6** en una posición operativa, como una extensión de la sección del canal de base **6**, mientras el elemento de tope de la extensión **10** se desliza libre y no influye en la posición de la sección del canal extendido **7**. En una posición de invierno ilustrada en la Fig. 5b (y en cualquier posición donde la extensión esté en posición de reserva y no operativa), el elemento de suspensión de la extensión móvil **5m** se desliza libre y no influye en la posición de la sección del canal extendido **7**, mientras el elemento de tope de la extensión **10** se desliza hasta un tope en el borde la sección **7**, y mantiene la sección del canal extendido **7** en su posición no operativa (de reserva) por encima del suelo **39** del invernadero **25**. La línea de construcción **40** ilustra el punto más bajo de contacto de cualquier parte del mecanismo del canal con la extensión móvil, y así la distancia entre la línea de construcción **40** y el suelo del invernadero **39** representa una reducción de la altura del invernadero permitida por la extensión con bisagra móvil, comparado con una extensión que no es móvil (por ej. fija).

En algunos ejemplos con una sección de la extensión móvil, el contrapeso **14** se dimensiona de forma que el centro de gravedad de un sistema de canal proporcione una fuerza compensatoria contra el elemento de posicionamiento **9**, cuando el elemento de soporte de la extensión móvil **5m** está acoplado, así como también cuando el elemento de tope de la extensión **10** está acoplado, y es suficiente para contrarrestar cualquier fuerza que, en algunos escenarios de uso, levantaría de lo contrario el fondo del canal **26**.

En algunos ejemplos, el elemento rígido de soporte de la extensión móvil deslizante **5m** es implementado con un elemento flexible (como cable o monofilamento) de una longitud determinada, para mantener la sección del canal extendido **7** en una posición operativa adecuada, cuando está bajo tensión (como sostenido por la gravedad), y que está flojo y no ejerce influencia sobre la posición de la sección del canal extendido **7** cuando la sección del canal extendido **7** es mantenida en una posición de reserva por el elemento de tope de la extensión **10**.

Las Figs. 6a y 6b ilustran detalles de un área delimitada en las Figs 4a, 4b, 5a, y 5b por la línea de construcción **52**. La Fig. 6a es una vista en perspectiva del lado del suspensor **16** sobre el que está montada la junta giratoria **3**, mientras que la Fig 6b es una vista en perspectiva desde el lado opuesto. Se utiliza un pasador de conexión (no ilustrado) en la ubicación **31** para conectar los elementos de suspensión del suspensor **2** y los elementos de suspensión del canal **4** al suspensor **16** y la junta giratoria **3** respectivamente. El tubo receptor **12** está suspendido y conectado fijo al suspensor **16**. El elemento de suspensión de la extensión móvil **5m** va conectado a la junta giratoria **3** mediante el conector deslizante **17** (utilizado en ejemplos de extensión con bisagras móviles). En la Fig. 6a, el elemento de soporte de la extensión móvil **5m** está en el estado en el que el tope del elemento de soporte de la extensión **18** no está acoplado con el conector deslizante **17**, y por tanto el elemento de soporte de la extensión móvil **5m** no influye en la posición de la sección del canal de extensión.

Esta es una posición no operativa de la sección del canal de extensión (por ej., durante el invierno o el mantenimiento). En la Fig. 6b, el elemento de soporte de la extensión movable **5m** está en el estado en el que el tope del elemento de soporte de la extensión **18** no está acoplado con el conector deslizante **17**, y por tanto el elemento de soporte de la extensión movable **5m** mantiene la posición de la sección del canal de extensión. Esta es una posición operativa de la sección del canal de extensión (por ej., durante el verano). En un ejemplo con una extensión fija, el elemento de soporte movable **5m** se mantiene fijo con su tope acoplado **18**. En algunos ejemplos, la junta giratoria **3** está conectada al suspensor **16** con un cojinete (no ilustrado en detalle), permitiendo a la junta giratoria **3** girar en torno al suspensor **16**.

La Fig. 7 ilustra determinados detalles de un canal parabólico con una extensión, un tubo receptor y un mecanismo de suspensión asociado, en un contexto sin otros detalles para hacer que la comprensión de ciertos detalles resulte más fácil. El elemento de suspensión de la extensión **5** es representativo de los ejemplos con el elemento de suspensión de la extensión fija **5f** y el elemento de suspensión de la extensión movable **5m**, según sea adecuado.

Las Figs. 8a y 8b ilustran determinados detalles del tubo receptor **12**, la camisa aislante **20**, el reflector secundario **21**, el suspensor **16**, y varias trayectorias de luz para facilitar la comprensión de determinados detalles. Los rayos de luz incidente (**22i**, **23i**, y **24i**) son reflejados del reflector secundario **21** como los rayos de luz reflejada respectivos (**22r**, **23r**, y **24r**).

En algunos ejemplos, se lleva a cabo la construcción y suspensión de un canal juntando varios elementos, incluyendo los elementos de suspensión **2**, **4**, y **5**, el suspensor **16**, la sección del canal de base **6** y la sección del canal extendido **7**. Cada segmento del concentrador está fabricado de superficies de espejo preformadas, con estructura interna suficiente para mantener la forma y la curvatura sin utilizar otros elementos, mientras estén bajo la fuerza de la gravedad y pequeñas fuerzas impuestas por la suspensión y el posicionamiento. Los concentradores pueden ser para uso interior, protegidos por un invernadero, y por tanto no son lo suficientemente fuertes para resistir la fuerza del viento o los elementos medioambientales, como la lluvia o el polvo. Los elementos de suspensión son elementos ligeros y rígidos o cables. En cualquier caso, los elementos de suspensión conectan con la superficie del concentrador, la junta, el suspensor o la superestructura del techo con clavijas fácilmente insertables para el montaje, y fácilmente extraíbles para el mantenimiento.

Gráficos que comparan el rendimiento del canal estándar con el canal con extensión

Las Figs. 9a y 9b son gráficos de un punto focal y una forma de un espejo de un canal simétrico sin una extensión, y un canal asimétrico con una extensión, respectivamente. Ambos canales tienen una abertura de 5,8 metros. Las Figs 10a y 10b son, respectivamente, gráficos del porcentaje de la energía recibida en un tubo receptor para cada canal. Para el canal simétrico (con una longitud focal relativamente larga, como se ilustra en la Fig. 10a), se utiliza un tubo receptor de 50 mm de diámetro para alcanzar un factor de interceptación superior al 80% en la superficie del espejo, minimizando al tiempo el diámetro del tubo receptor. En la Fig 10b, se utiliza un tubo receptor más pequeño, de 40 mm, porque la longitud focal relativamente más corta del canal asimétrico permite un factor de interceptación mayor que la media, con un tubo receptor más pequeño y por tanto más eficiente. El espejo de la sección de extensión (denominado secundario en el gráfico) queda por debajo de un factor de interceptación del 80% en su borde exterior, pero ese borde se utiliza solamente en verano, y el factor de interceptación global del canal asimétrico se mantiene superior al del canal simétrico. En la Fig. 1 la, los rendimientos de los canales simétrico y asimétrico se representan juntos, a medida que una línea de sombra avanza por el espejo. El canal asimétrico comienza a producir energía útil en cuanto la línea de sombra se aleja del espejo, y en todas las posiciones de la línea de sombra supera el rendimiento del canal simétrico. La Fig. 1 lb es un gráfico de los mismos datos como función del porcentaje de superficie del espejo que está en sombra, y demuestra nuevamente que el canal asimétrico supera en rendimiento al canal simétrico.

Detalles seleccionados de ejemplos

En varios ejemplos y/o escenarios de uso, los ejemplos ilustrados están relacionados entre sí. Así, en algunos ejemplos, el elemento de suspensión de la extensión movable **5m** de las Figs. 5a, 5b, 6a, y 6b, es adecuado para el uso en varios ejemplos, como una implementación del elemento de suspensión de la extensión fija **5f** de las Figs. 4a y 4b.

Mientras los ejemplos anteriores se describen como incorporando sistemas de techo con picos y canalones, en otros ejemplos se utilizan sistemas de techo alternativos, como puntiagudos, abovedados, de buhardilla y sistemas de techo tipo Quonset, así como variaciones y combinaciones de los mismos. En varios ejemplos, en un cerramiento protector parcialmente transparente (como una cubierta de vidrio o invernadero) se utiliza vidrio para proporcionar transparencia, y en otros ejemplos se utilizan materiales transparentes alternativos, como plástico, polietileno, plástico reforzado con fibra de vidrio, acrílico, policarbonato o cualquier otro material con una transparencia adecuada a la luz solar, y suficiente resistencia (en combinación con una estructura de soporte) para proporcionar protección medioambiental.

Conclusión

5 Se han hecho determinadas elecciones en la descripción, a efectos de mayor comodidad en la preparación del texto y las figuras, y salvo que se indique lo contrario, estas elecciones no deben ser interpretadas per se como que transmiten información adicional sobre la estructura o funcionamiento de los ejemplos descritos. Los ejemplos de esas elecciones incluyen: la particular organización o asignación de las designaciones utilizadas en la numeración de las figuras, y la particular organización o asignación de los elementos identificadores (los rótulos o designadores numéricos, por ej.) utilizados para identificar y referenciar las características y elementos de los ejemplos.

10 Las palabras "incluye" o "incluyendo" pretenden específicamente ser interpretadas como abstracciones que describen conjuntos lógicos de alcance indefinido, y no pretenden transmitir limitación física, salvo que vayan seguidas explícitamente de la palabra "dentro".

Aunque los ejemplos anteriores se han descrito con cierto detalle a efectos de claridad de la descripción y comprensión, la invención no se limita a los detalles proporcionados. Existen muchas realizaciones de la invención. Los ejemplos divulgados son a título de muestra y no restrictivos.

15 Se entenderá que son posibles muchas variaciones en la construcción, disposición y uso, consecuentes con la descripción, y dentro del alcance de las reivindicaciones de la patente presentada. Los nombres dados a los elementos son solo a modo de ejemplo, y no deben interpretarse como limitadores de los conceptos descritos. Salvo que se indique específicamente lo contrario, también los rangos de valores señalados, los valores máximos y mínimos utilizados, u otras especificaciones particulares, son simplemente los de los ejemplos descritos, se espera que sigan los avances y cambios en la tecnología de implementación, y no deben ser interpretados como limitaciones.

Otras técnicas funcionalmente equivalentes conocidas en la técnica pueden emplearse en lugar de las descritas, para implementar los diversos componentes, subsistemas, operaciones, funciones o partes de los mismos.

25 Los ejemplos han sido descritos en detalle y con contexto medioambiental más allá de lo requerido para una mínima implementación de muchos aspectos de los ejemplos descritos. Aquellos con conocimientos ordinarios en la técnica advertirán que en algunos ejemplos se han omitido componentes o características divulgados sin alterar la cooperación básica entre los elementos restantes. Se entiende así que muchos de los detalles divulgados no son necesarios para implementar los diversos aspectos de los ejemplos descritos. En la medida que los elementos restantes se distinguen de los componentes y características de la técnica anterior, los componentes y características que se omiten no limitan los conceptos descritos aquí.

30 Todas estas variaciones en diseño constituyen cambios no sustanciales en la información transmitida por los ejemplos descritos. Se entiende también que los ejemplos que se describen aquí tienen una amplia aplicabilidad en otras aplicaciones, y no están limitados a la aplicación o industria particulares de los ejemplos descritos. Por tanto, la invención debe ser interpretada como incluyendo todas las posibles modificaciones y variaciones abarcadas dentro del alcance de las reivindicaciones de la patente presentada.

35

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de recogida solar, que comprende:
un recinto (25) con una superficie transmisiva posicionada para transmitir la radiación solar;
un receptor posicionado debajo de la superficie transmisiva, incluyendo dicho receptor un conducto alargado (12) que transporta un fluido de transferencia de calor, el conducto alargado (12) tiene un primer punto que es fijo en relación con el recinto, y un punto no fijo que es movable con la expansión térmica del conducto alargado (12); y
un suspensor (16) del que está suspendido el punto no fijo del receptor debajo de la superficie transmisiva mediante elementos de suspensión flexibles (2), donde el conducto receptor (12) está configurado para estar:
horizontal cuando el conducto receptor (12) tiene una primera temperatura;
e inclinado en relación con la horizontal cuando el conducto receptor (12) tiene una segunda temperatura inferior a la primera temperatura, comprendiendo además el sistema:
un reflector (6) posicionado para recibir la radiación solar dentro del recinto (25) a través de la superficie transmisiva, y directamente por lo menos una parte de la radiación en el receptor (12), donde el reflector (6) está suspendido del receptor a una distancia fija, y sube y baja con el conducto receptor (12), manteniendo así el enfoque.
2. El sistema de la reivindicación 1, donde la primera temperatura es una temperatura operativa, y la segunda temperatura es una temperatura no operativa.
3. El sistema de cualquier reivindicación precedente, donde el punto fijo es soportado por un primer suspensor (16), y el punto no fijo es soportado por un segundo suspensor (16).
4. El sistema de cualquier reivindicación precedente, donde el recinto (25) es un invernadero y el peso total, incluyendo vidrio de 4-5 mm, es inferior a 20 kg por metro cuadrado de reflector, para el invernadero.
5. El sistema de cualquier reivindicación precedente, donde el reflector (6) es giratorio alrededor del receptor (12).
6. El sistema de cualquier reivindicación precedente, donde a la segunda temperatura, un primer extremo del conducto receptor (12) está configurado para estar elevado menos de 0,3 m (un pie) en relación con el otro extremo del conducto receptor (12).
7. El sistema de cualquier reivindicación precedente, donde el reflector (6) tiene una forma curva.
8. El sistema de cualquier reivindicación precedente, donde el reflector (6) es un reflector con forma de canal.
9. El sistema de cualquier reivindicación precedente, donde el reflector (6) incluye: una parte primaria simétrica bilateralmente (6a, 6b); y una parte secundaria (7) fija en relación con la parte primaria (6a, 6b) que es una extensión lateral, de preferencia unilateral, de la parte primaria.
10. El sistema de cualquier reivindicación precedente, donde los elementos de suspensión (2) son cables flexibles.
11. El sistema de la reivindicación 9, donde la extensión unilateral es movable entre:
una primera posición operativa, continuando la forma de la parte primaria; y
una segunda posición, de reserva y no operativa.
12. El sistema de la reivindicación 9 u 11, donde la extensión de la parte secundaria (7) está articulada con la parte primaria (6a, 6b).
13. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, donde la extensión comprende como mínimo una superficie reflectante, y cada extensión en sección transversal se aproxima por lo menos a un segmento de una curva parabólica.

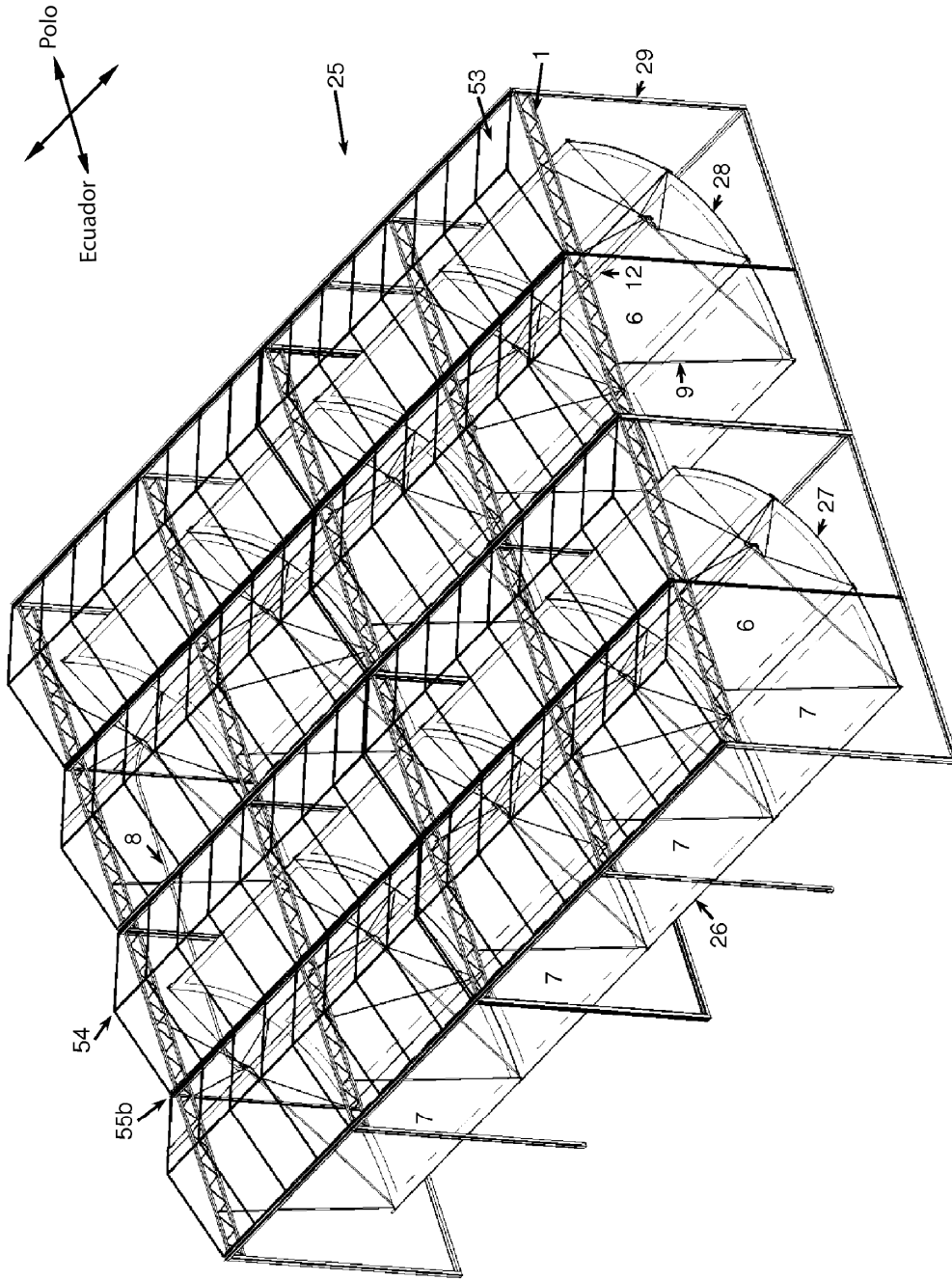


Fig. 1

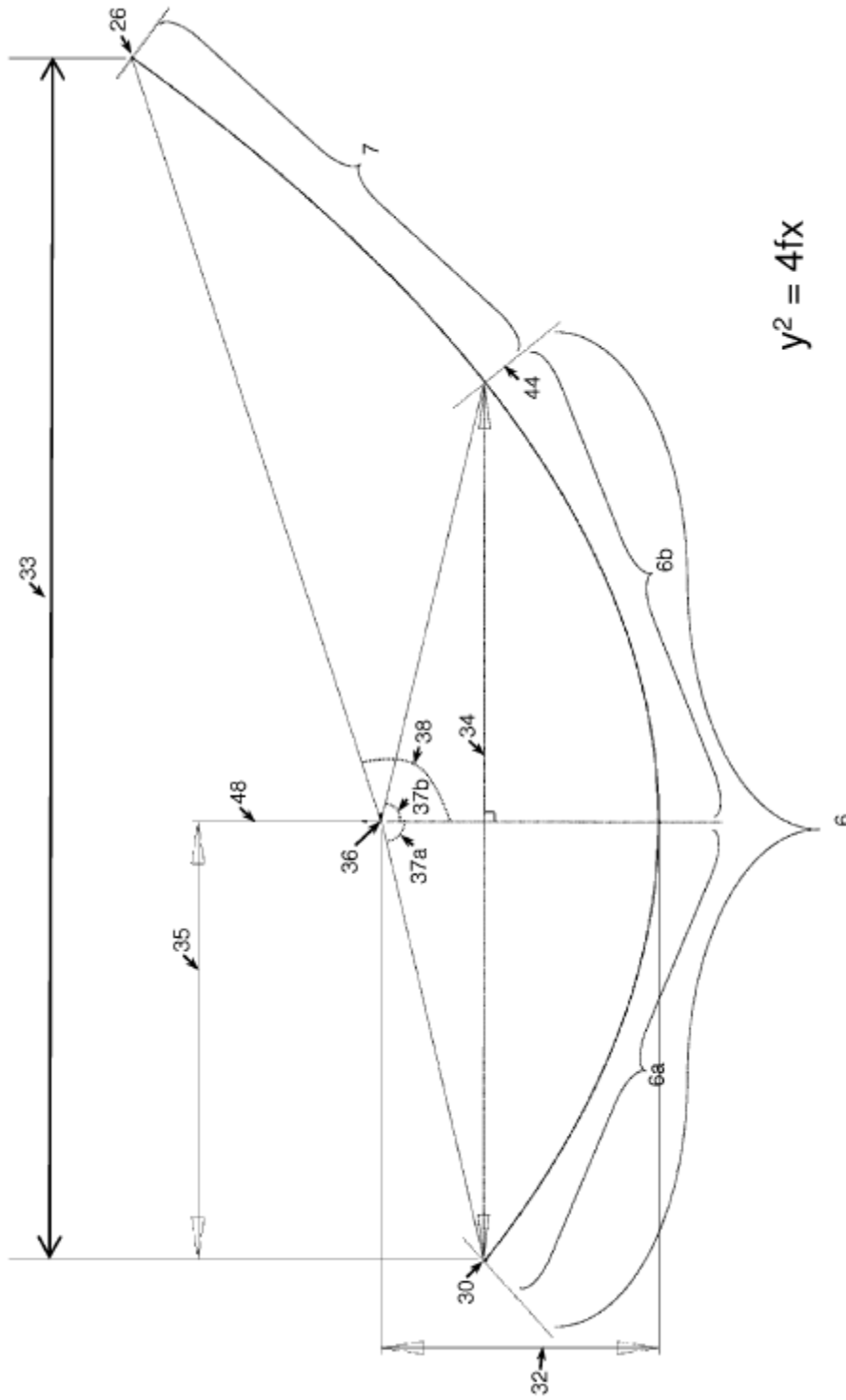


Fig. 2a

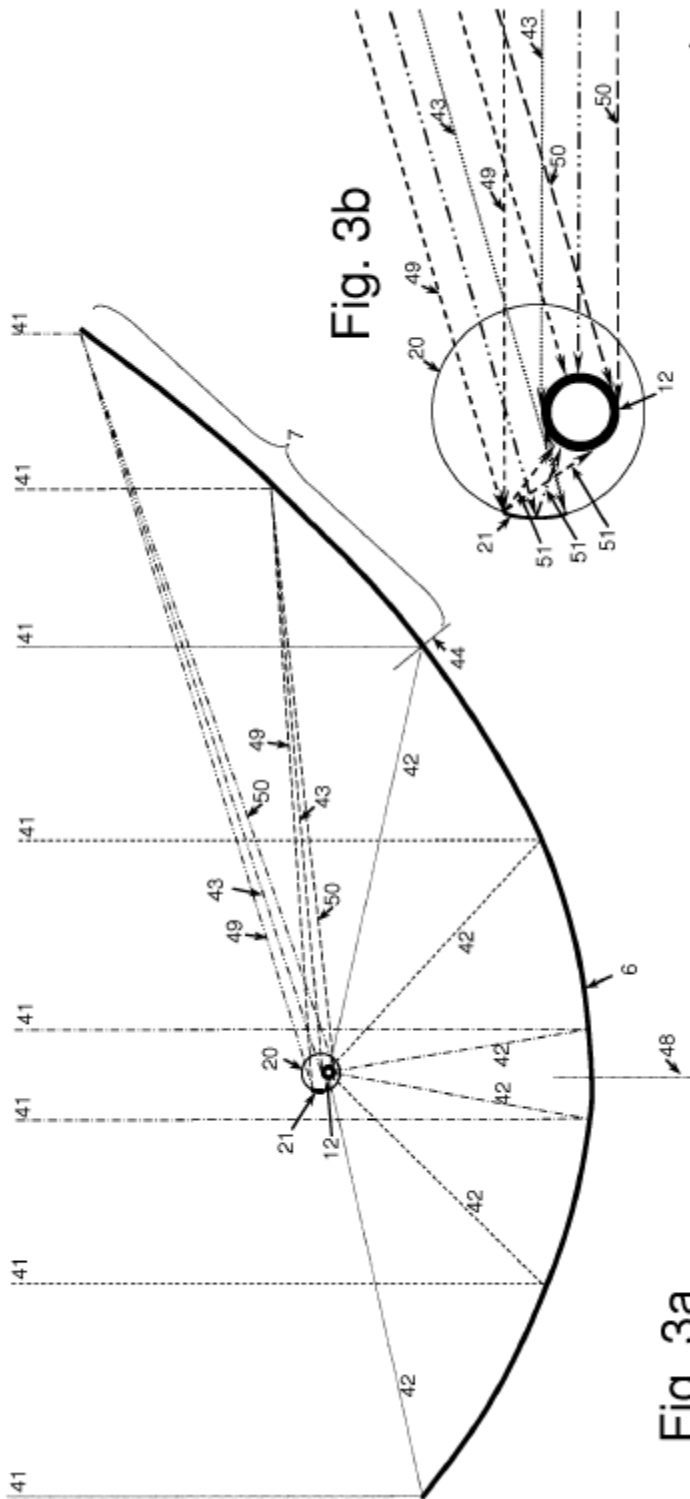


Fig. 3b

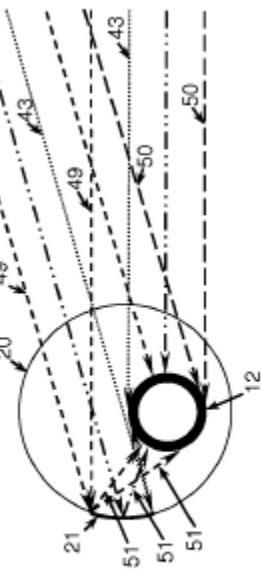


Fig. 2b

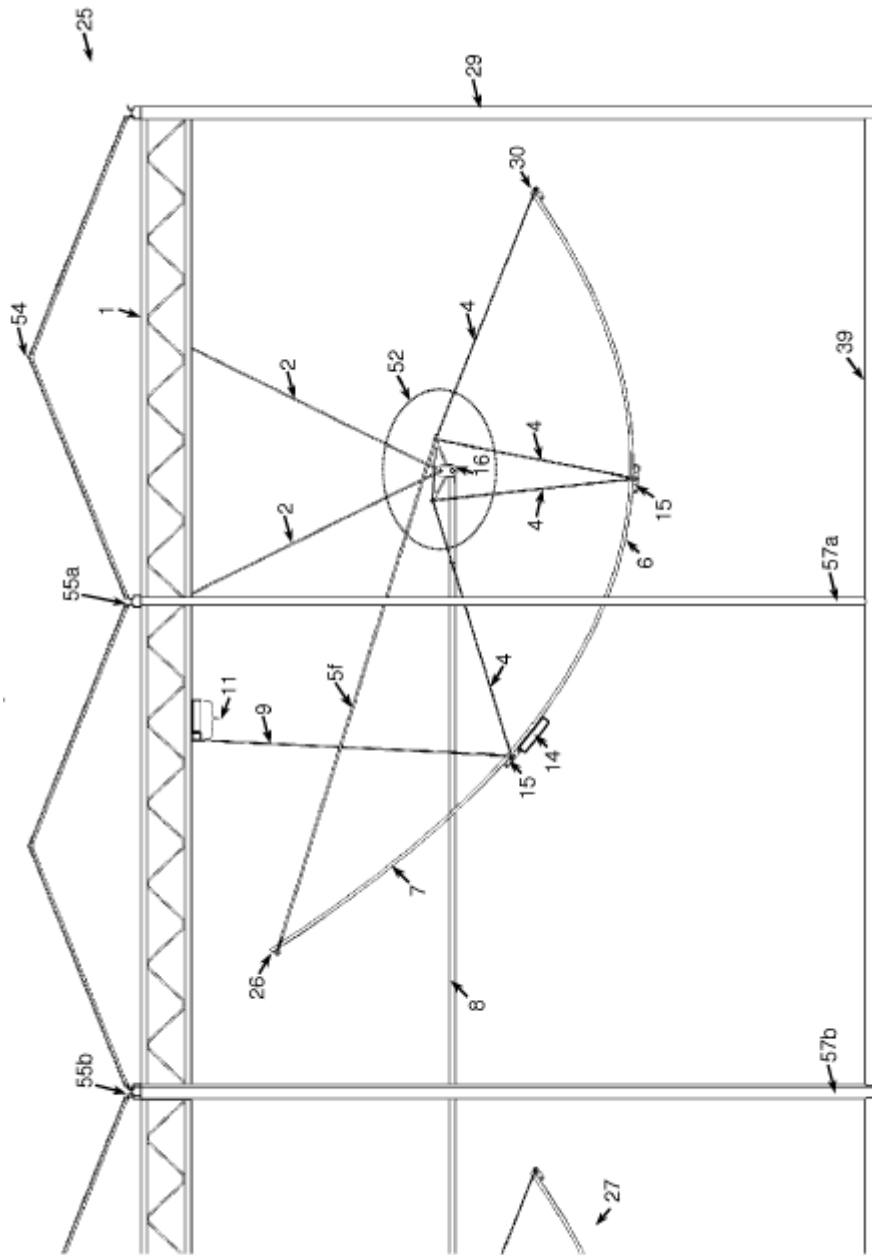


Fig. 4a

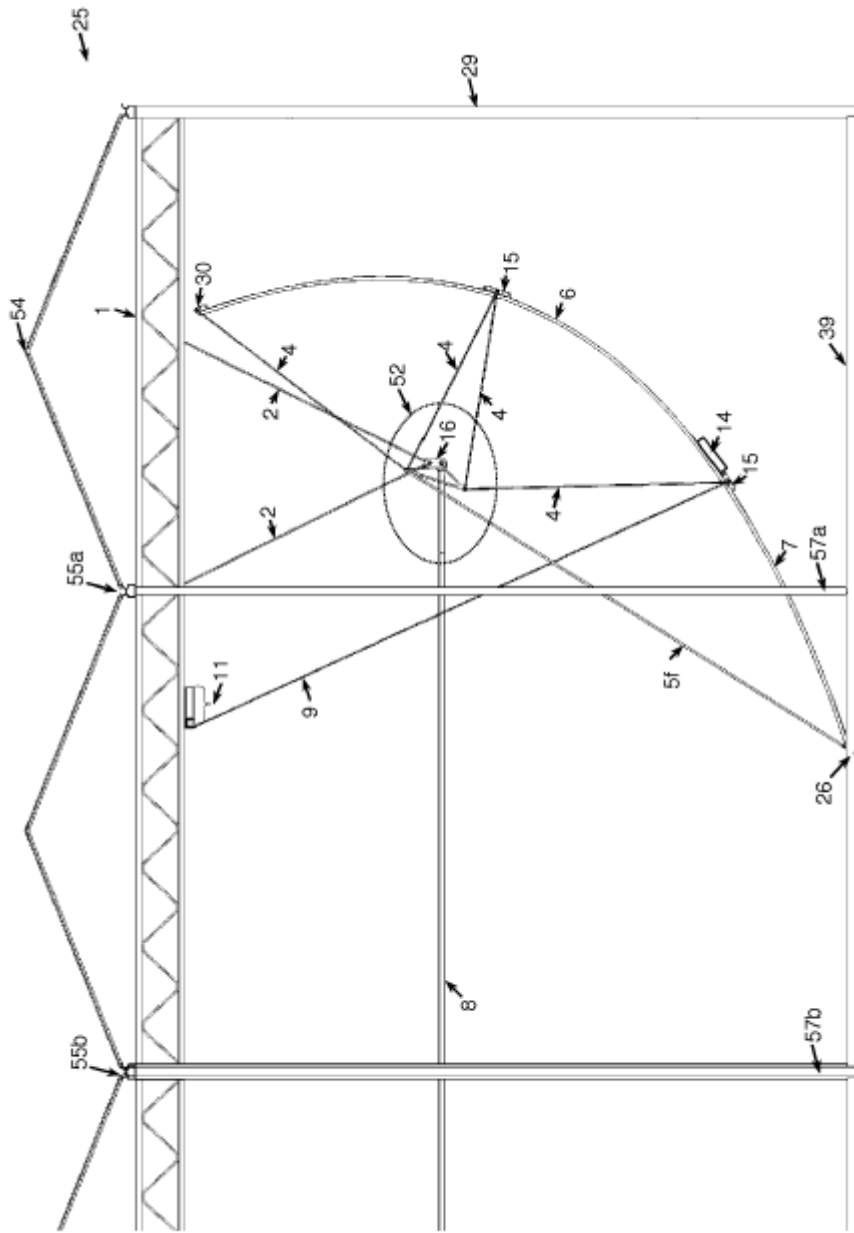


Fig. 4b

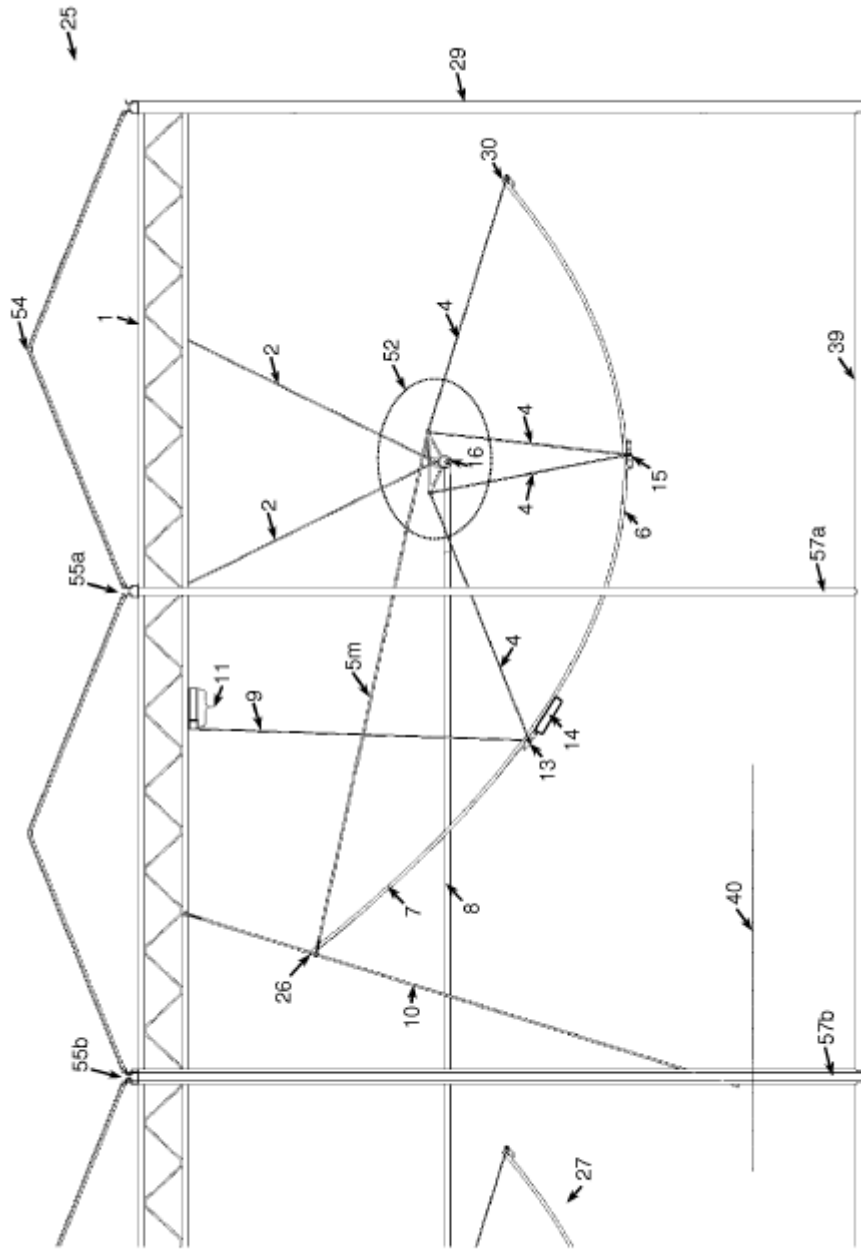


Fig. 5a

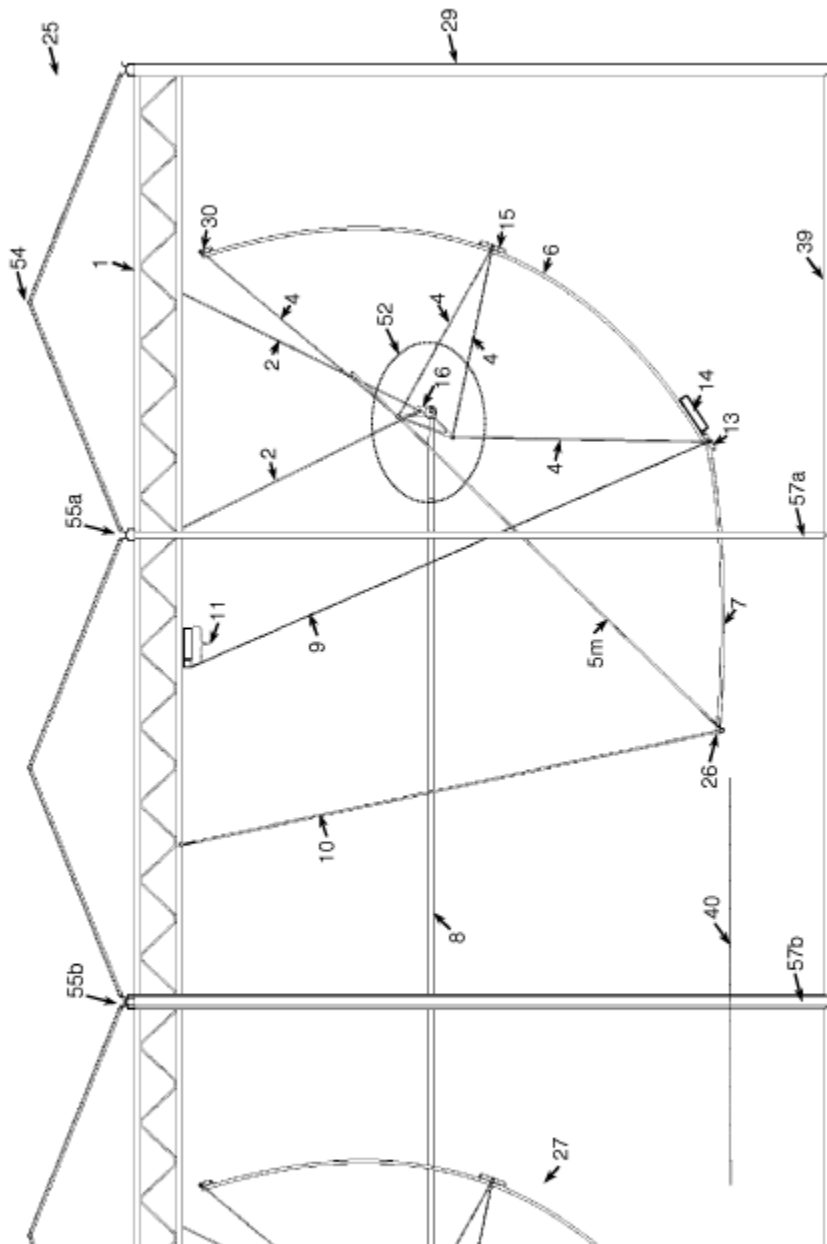


Fig. 5b

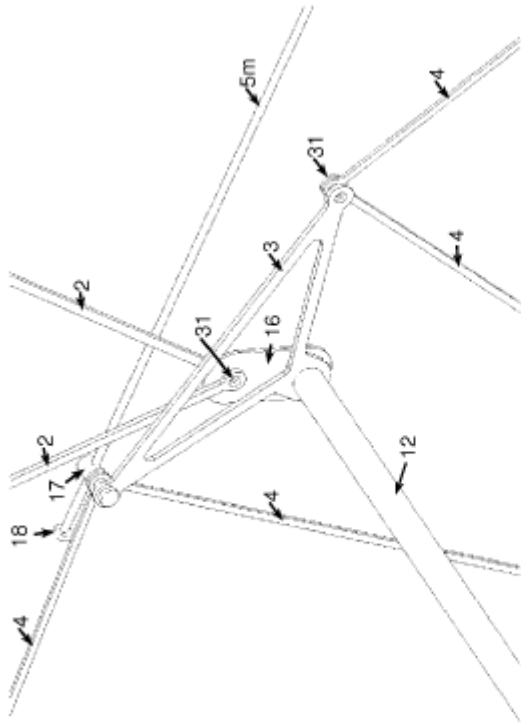


Fig. 6a

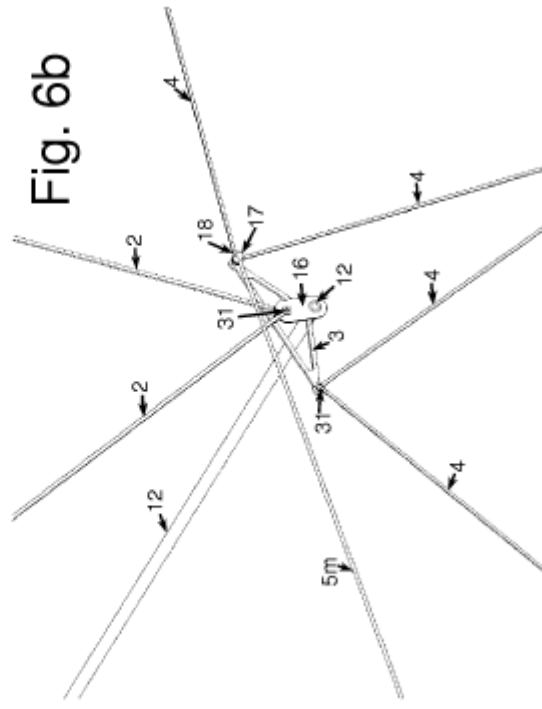


Fig. 6b

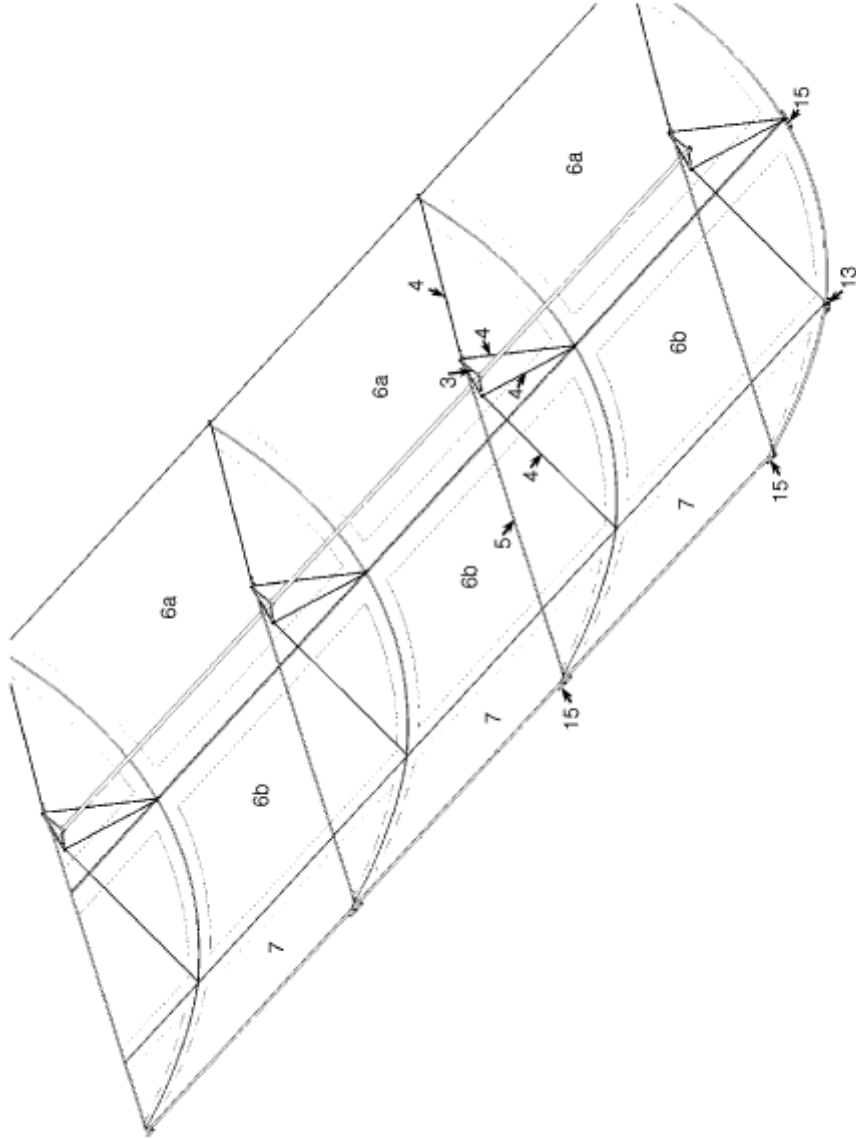


Fig. 7

Fig. 8b

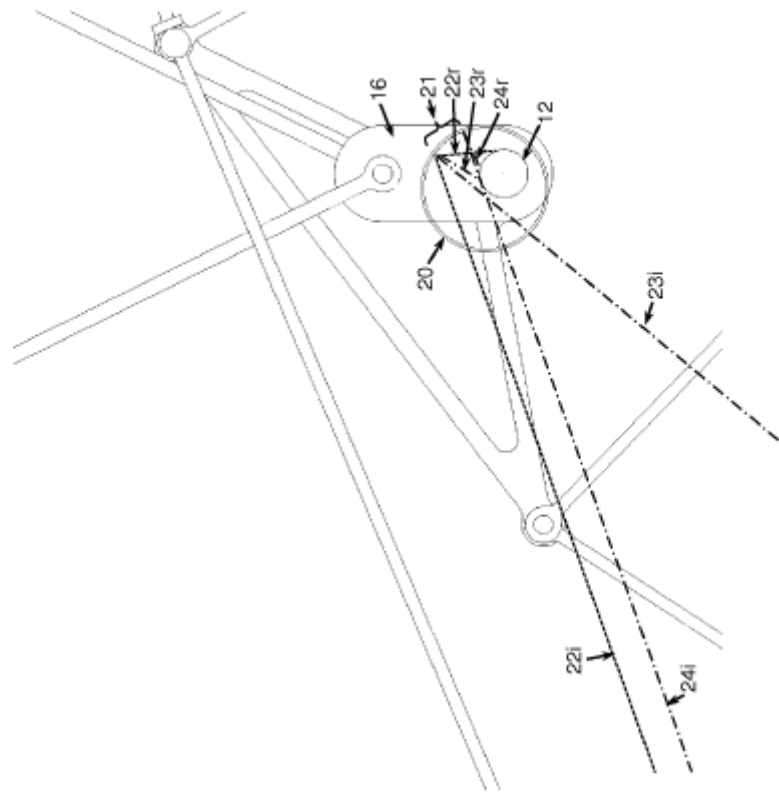
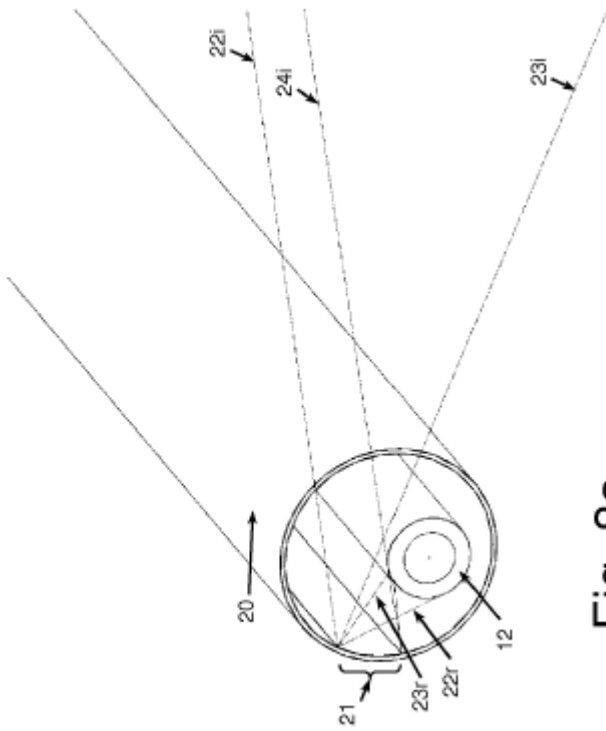


Fig. 8a



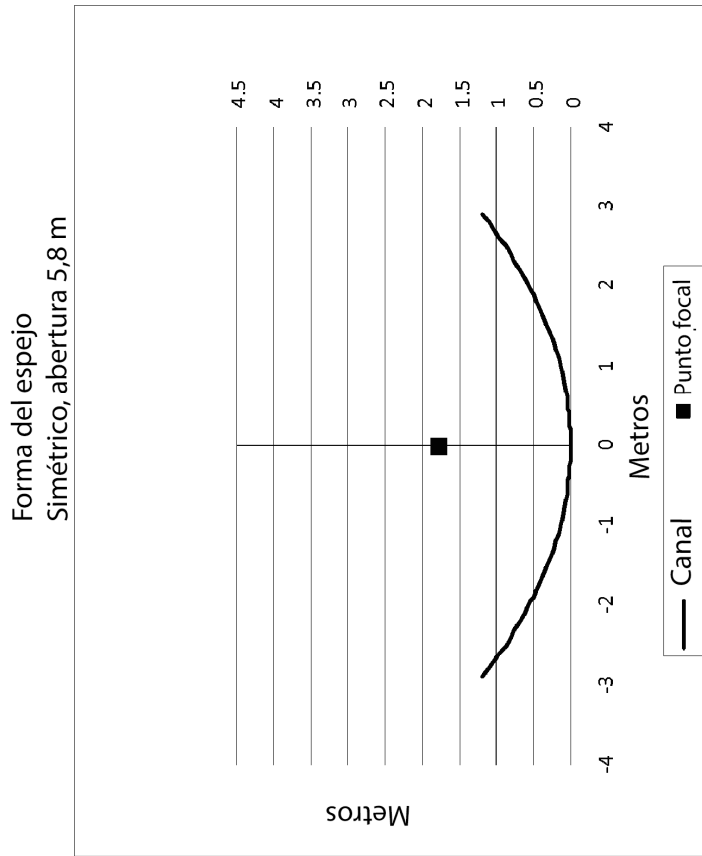
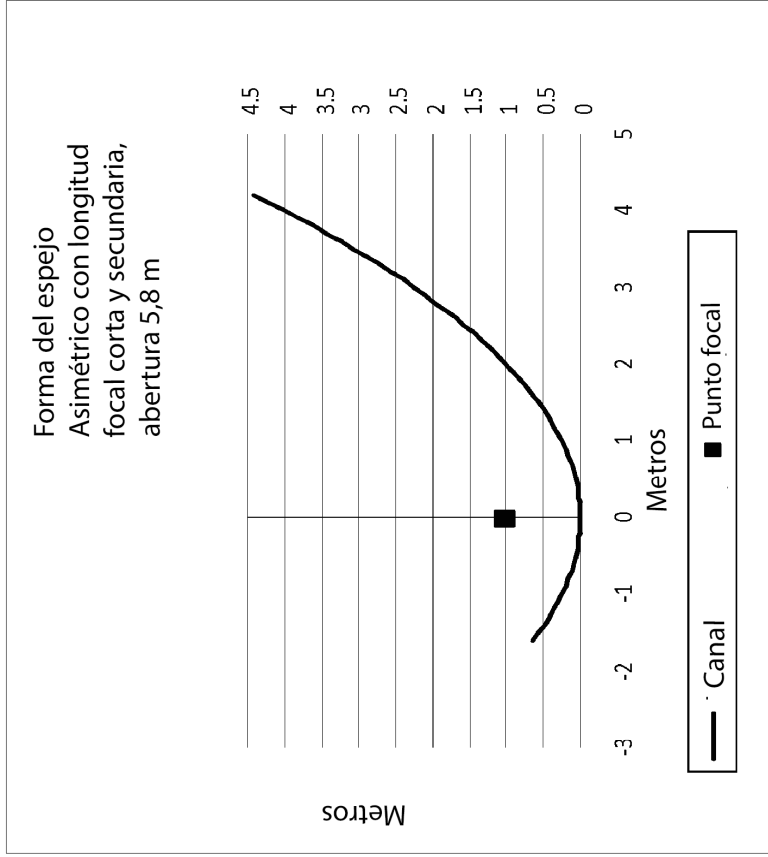


Fig. 9b

Fig. 9a

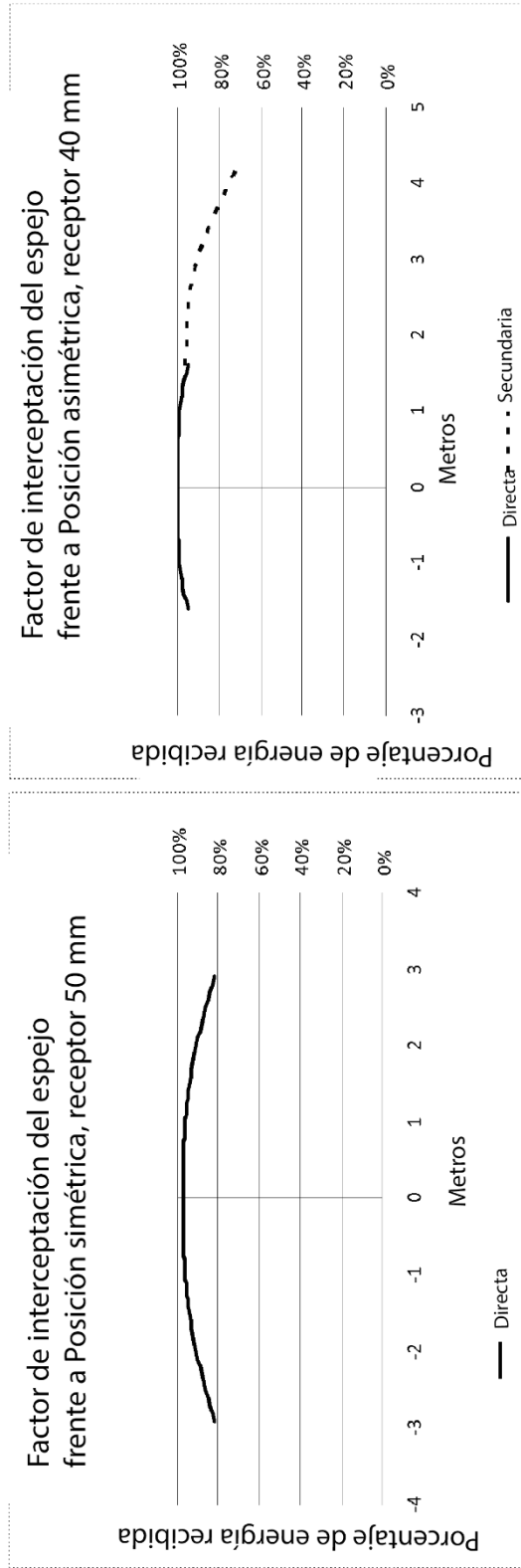


Fig. 10a

Fig. 10b

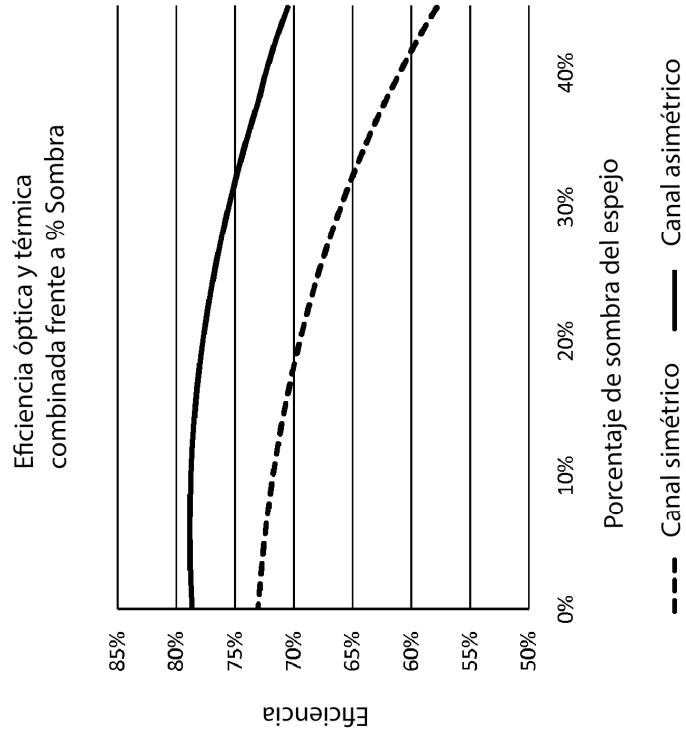


Fig. 11b

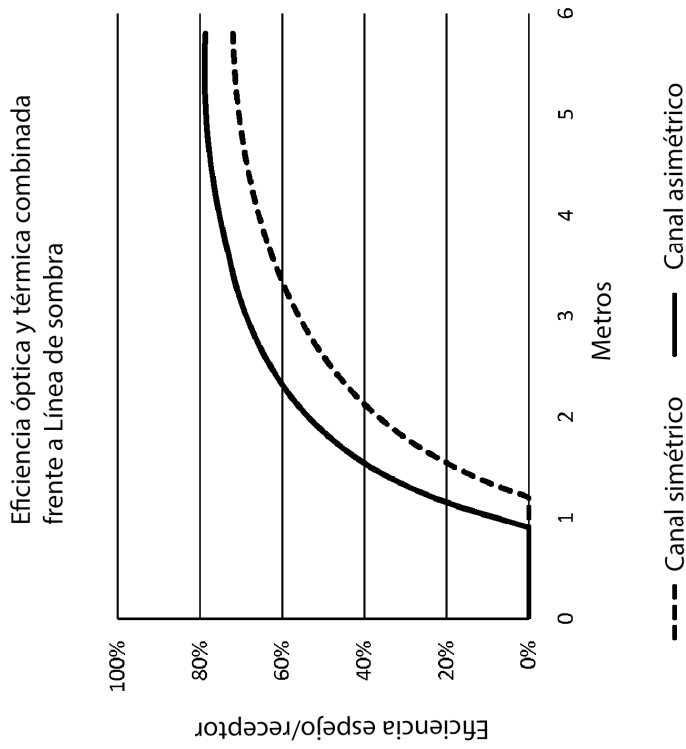


Fig. 11a